



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Valera Málaga Alex Robert

ASESOR:

Mg. Luis Humberto Díaz Huiza.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

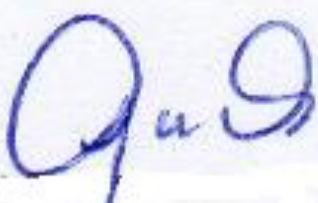
Diseño de obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2017

PÁGINAS PRELIMINAR

Página del Jurado

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ma Y', is positioned above a horizontal line.


Dra. MARÍA YSABEL GARCÍA ALVAREZ

Presidente

A large, stylized handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal line.

Mg. Cesar Teodoro Arriola Prieto

Secretario

A stylized handwritten signature in blue ink, resembling a geometric shape, is positioned above a horizontal line.

Mg. Luis Humberto Díaz Huiza

Vocal

Dedicatoria

En especial para mi esposa que me permitió sacrificar un tiempo a nuestra familia para tener un futuro mejor para nosotros.

Agradecimiento

Agradezco a mi esposa y mi familia, que siempre me motivaron a seguir luchando por lograr mis sueños.

Al asesor de la presente investigación, Mg. Luis Humberto Díaz Huiza, por su apoyo incondicional en la asesoría.

A la empresa COECIR S.A.C. por su colaboración en esta investigación.

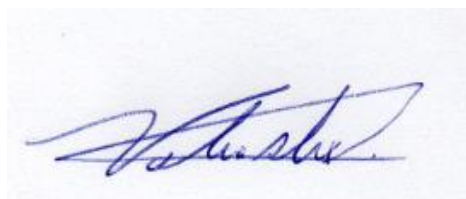
Declaratoria de autenticidad

Yo, ALEX ROBERT VALERA MALAGA, con DNI N° 10790085, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño en esta tesis es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e informaciones que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual, me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 23 de Noviembre del 2017



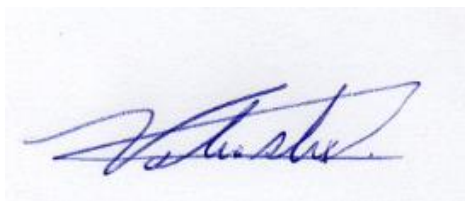
VALERA MALAGA ALEX ROBERT

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes, la tesis titulada “Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del Edificio Canto bello en San Juan de Lurigancho 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Atte,



VALERA MALAGA ALEX ROBERT

ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES.....	ii
Página del Jurado.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Declaratoria de autenticidad.....	vi
Presentación.....	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos Previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	8
1.4. Formulación del problema.....	37
1.5. Justificación del estudio.....	37
1.6. Hipótesis.....	39
1.7. Objetivos.....	40
II. MÉTODO.....	41
2.1. Método investigación.....	42
2.2. Variables, Operacionalización.....	45
2.3. Población y Muestreo.....	47
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	48
2.5. Métodos de análisis de datos.....	51
2.6. Aspectos éticos.....	51
III. RESULTADOS.....	52
I.V. DISCUSIÓN.....	63
IV. CONCLUSIONES.....	67
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
VI. ANEXOS.....	75
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	76
Anexo 2. Instrumento de validación validado.....	77

Anexo 3. Certificaciones de laboratorio N.12 de Química Universidad de Ingeniería.	80
Anexo 4. Cuadro de comparación de resultados con otras fuentes	82
Anexo 5. Figura Instalación Hidráulica Independizada Primer Nivel	84
Anexo 6. Figura Instalación Hidráulica Independizada 2-3-4-5 Nivel	85
Anexo 7. Figura Drenaje Sanitario Independizado Primer Nivel.....	86
Anexo 8. Figura Drenaje Sanitario Independizado 2-3-4-5 Nivel.....	87
Anexo 9. Figura Detalles de trampa de grasa	88
Anexo 10. Figura Detalle Tanque Séptico	89
Anexo 11. Figura Detalle Tanque Acumulador.....	90
Anexo 12. Figura detalles Tratamiento de aguas grises	91
Anexo 13. Figura Localización y Ubicación	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generación de agua residual y forma de tratamiento en Lima metropolitana 2006-2015	10
Tabla 2. Concentraciones normales de los parámetros de calidad de las aguas grises crudas domésticas combinadas de varios autores.	15
Tabla 3. Concentración de Aguas Grises. Según Origen	16
Tabla 4. Límite Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica .	17
Tabla 5. Cantidad de Aguas Residuales Domésticas por persona al día.....	24
Tabla 6. Hipoclorito necesario para preparar solución al 0.1%.....	30
Tabla 7. Metodología de adecuación de puntos y toma de muestras.	33
Tabla 8. Grados de Validez del Instrumento de medición.	50
Tabla 9. Coeficiente de validez por juicio de expertos	50
Tabla 10. Comparación del análisis físico de las aguas grises	53
Tabla 11. Comparación de los resultados físicos con los parámetros internacionales (promedio)	54
Tabla 12. Comparación del análisis químico de las aguas grises	55
Tabla 13. Comparación de los resultados químicos con los parámetros internacionales (promedio)	56
Tabla 14. Comparación del análisis Biológico de las aguas grises	57
Tabla 15. Comparación de los resultados biológicos con los parámetros internacionales (promedio)	58
Tabla 16. Costos Estimativos de Implementación del Tratamiento Aguas Grises.	59
Tabla 17. Costos Operacionales	61
Tabla 18. Flujo de Caja Estimado para La Multifamiliar Canto Bello	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Tratamiento y Reúso de Aguas grises	9
Figura 2. Trampa de grasa empírica.	19
Figura 3. Hipoclorito de Sodio industrial.	20
Figura 4. Multifamiliar Canto Bello en San Juan de Lurigancho.	21
Figura 5. Extracción de las aguas grises.	30
Figura 6. Recopilación de datos de las aguas grises tratadas.	34
Figura 7. Laboratorio N°12 de la UNI, Muestra de Agua Inicial y Agitación Rápida en Shaker.	35
Figura 8. Laboratorio N°12 de la UNI, Agitación Lenta y Resultado de Decantación.	36
Figura 9. Comparación del análisis físico de las aguas grises	53
Figura 10. Comparación de los resultados físicos con los parámetros internacionales (promedio)	54
Figura 11. Comparación del análisis químico de las aguas grises	55
Figura 12. Comparación de los resultados químicos con los parámetros internacionales (promedio)	56
Figura 13. Comparación del análisis Biológico de las aguas grises	57
Figura 14. Comparación de los resultados biológicos con los parámetros internacionales (promedio)	58

RESUMEN

La presente investigación realizada fue de tipo cuantitativa, aplicada, y cuasi experimental, la cual tuvo como finalidad obtener una alternativa en el tratamiento de las aguas grises para su reutilización en los servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del Edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho; pretendiendo aportar una solución en la sostenibilidad del agua, con un beneficio económico para las familias. Para tal propósito, se planeó y ejecutó este cuasi experimento, en cuatro etapas.

En la primera etapa, se definió y seleccionó muestras de aguas grises de las duchas y lavatorios de la Multifamiliar. Luego se visitó y metro para el diseño de instalación del tratamiento, luego se obtuvieron los insumos para el experimento.

En la segunda etapa, se realizó el ensayo del tratamiento de las aguas grises. Luego se obtuvo una muestra de estas aguas grises sin tratar y tratadas. Enseguida, se realizó la recopilación de los datos de las muestras.

En la tercera etapa, se realizó el análisis físico, químico y biológico de las aguas grises sin tratamiento, por un lado, y con tratamiento, por otro lado.

Finalmente, en la cuarta etapa, se procesaron los datos obtenidos, y se contrastó las muestras de aguas grises sin tratamiento con las aguas grises tratadas bajo los parámetros de investigaciones internacionales.

Como resultado de tratar las aguas grises en la Multifamiliar Canto Bello, se determinó que se puede disminuir notablemente su nivel de contaminación, para poder reutilizarlas en los servicios higiénicos; así mismo, obtener un gran ahorro monetario por el menor consumo del agua y contribuir con el medio ambiente con el buen cuidado del agua.

Palabras Claves: reutilizar, tratamiento.

ABSTRACT

The present research was quantitative, applied, and quasi-experimental, which aimed to obtain an alternative in the treatment of gray water for reuse in the hygienic services of a multi-family dwelling of the Canto Bello Building in San Juan de Lurigancho ; pretending to contribute a solution in the sustainability of the water, with an economic benefit for the families. For this purpose, this quasi-experiment was planned and executed in four stages.

In the first stage, gray water samples from the Multifamily showers and lavatories were defined and selected. Then we visited and subway for the design of the treatment installation, then the inputs for the experiment were obtained.

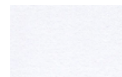
In the second stage, the gray water treatment test was carried out. Then a sample of these untreated and treated gray waters was obtained. Then, the data collection of the samples was collected.

In the third stage, the physical, chemical and biological analysis of the gray waters without treatment was carried out, on the one hand, and with treatment, on the other hand.

Finally, in the fourth stage, the obtained data were processed, and the gray water samples without treatment were compared with the gray water treated under the parameters of international investigations.

As a result of treating the gray water in the Canto Bello Multifamily, it was determined that its level of contamination can be significantly reduced, in order to be reused in the sanitary services; Likewise, obtain a great monetary saving by the lower consumption of water and contribute to the environment with good care of the water.

Keywords: reuse, treatment.



I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La UNESCO ha predicho que para el año 2020, la escasez de agua será uno de los problemas más serios que afrontará el mundo. Debido a ello, el costo de potabilización aumentará y se probablemente se dejará a muchos hogares sin agua, provocando enfermedades y hasta conflictos por el agua.

Asimismo, el problema del agua a nivel mundial está tomando otras dimensiones, debido al desmedido crecimiento poblacional, y multiplicación del uso del agua, lo que está afectando la calidad de los cuerpos hídricos receptores, e implícitamente está reduciendo la disponibilidad de agua dulce por persona, puesto que el acelerado crecimiento está estrechamente relacionado con las descargas.

Sin embargo, la utilizamos diariamente en nuestra vivienda, en actividades rutinarias, como es el caso de la bañera, las lavadoras, el lavadero, en esos casos sin ningún tratamiento se va directamente al desagüe, cuando con un tratamiento muy simple esta podría ser reutilizada para nuevos usos domésticos.

En el distrito de San Juan de Lurigancho, se vive un desabastecimiento de agua, una gran demanda y una gran cantidad de servicios que no son satisfechos a plenitud, entre ellos los sanitarios esto sin duda afecta a todos los tipos de viviendas entre ellas las multifamiliares lo cual motiva a ver la manera de implementar nuevos sistemas de reutilización de agua con el fin de ir contribuyendo a una solución .

Con la implementación de la reutilización del agua gris al interior de la vivienda Multifamiliar edificio de Canto Bello se garantiza una gestión integral de recurso, partiendo de la estimación de los potenciales usos y sus características. Lo anterior reducirá los costos de la factura por consumo en los hogares y aumentará la disposición del recurso para las nuevas generaciones.

En ese sentido en este trabajo de investigación, busca analizar si con el tratamiento de las aguas grises, en sus características físicas, químicas y biológicas, se puede dichas aguas rehusarlas en los servicios higiénicos y así se

pueda implementar en otras viviendas Multifamiliares, para generarles beneficios en varios aspectos.

Por otra parte, la creciente sensibilidad ambiental ha hecho que se establezcan normas de calidad de vertido cada vez más restrictivas, con lo que ello representa un aumento de los gastos de depuración de las aguas residuales. Puede entenderse así que se llegue al caso en que la reutilización de agua residual tratada, comporte unos gastos inferiores a los de la depuración intensa que se exige para el vertido de efluentes en zonas sensibles dedicadas al turismo, la acuicultura o a la protección ambiental.

1.2. Trabajos Previos

En materia de este estudio se encontró trabajos previos, que hacen referencia a esta investigación: “Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del Edificio Canto Bello San Juan de Lurigancho 2017”.

Antecedentes internacionales:

Existen varios estudios sobre el tema de recuperación de aguas grises a nivel internacional.

Así pues, (Paulo, 2004), en su tesis “Tratamiento de aguas grises en humedales artificiales a nivel doméstico” tuvo como objetivo investigar la efectividad y operación del tratamiento. Para ello, diseñó un humedal artificial y se construyó un hogar pequeño. El humedal se suministró con aguas grises de la cocina y lavandería.

Se encontró que plantas elegidas del humedal son resistentes a las condiciones del mismo humedal, asimismo, los largos tiempos de almacenamiento de la aguas grises pueden causar la formación de biopartículas y suciedad en el

tanque y la tubería. Sin embargo, se consideró que era muy pronto para obtener conclusiones con respecto al largo plazo del tratamiento.

Por otra parte, (Kestler, 2004), en su tesis llamada, “Uso, Reusó y Reciclaje del Agua Residual en una vivienda” se propuso implementar un sistema de reutilización de aguas residuales doméstica, generada de duchas, lavamanos y lavatrastos sirvan para abastecer el tanque del inodoro y esta a su vez sea empleada para un sistema de riego subterráneo en los jardines, todo lo anterior de forma controlada y segura.

Concluyo que, la inversión para la implementación del sistema de reusó del agua residual doméstica es de bajo costo, debido a que el sistema de reutilización puede adaptarse al sistema existente, en el cual se puede utilizar la tubería existente del inodoro, pero es necesario corregir la tubería y desviar el agua residual al depósito acumulador para poder abastecer desde este tanque nuevamente al inodoro. Según información, dada por los expertos, es importante el tamaño de la trampa de grasa, ya que si ésta es muy pequeña puede ocasionar malos olores. En general, la cloración, así como un buen nivel de filtrado y la frecuencia de limpieza de filtros y tuberías ha de ser mayor.

También, (Gross, 2008), en su tesis llamada “Construcción de humedal para Flujo Vertical a pequeña escala para el tratamiento y la reutilización de humedales”, este método para el tratamiento del agua residual, el cual tiene como objetivo introducir una tecnología simple, efectiva y de bajo costo.

Los resultados obtenidos muestran que el método es una estrategia efectiva y conveniente para el tratamiento las aguas residuales (domésticas, grises y agro) para reutilizar en riego. Se espera que el rendimiento del sistema mejore aún más una vez se concluyen los experimentos de optimización y los modelos matemáticos

Posteriormente, (Ardila, 2013), en su trabajo de investigación *Titulado: Viabilidad Técnica y Económica en el Aprovechamiento de Aguas Grises Domesticas*, tuvo como objetivo la evaluación de la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento de aguas grises domesticas en conjuntos residenciales, por

medio de la selección de un sistema de tratamiento para 300 departamentos en Bogotá, Colombia, muy apropiado a las características de los vertimientos generados y de los usos potenciales.

Encontrándose viable técnicamente en áreas comunes (25m² y 4 m. de altura) con posibilidad de adecuación de tuberías hidráulicas y sanitarias para la separación de las aguas grises y negras. También *se obtuvo* viabilidad económica a través del ahorro del 35% y 50% en los servicios de acueducto y alcantarillado, sin incremento de la cuota de administración. *Se concluye* que el agua proveniente de duchas, lavamanos y lavadora, que genera aguas grises, se podría recuperar aproximadamente en un 50% para reusó. Por otro lado, existe viabilidad técnica, además a que no existía normativa al respecto, pero su principal restricción era la disponibilidad de redes hidráulicas y sanitarias y del espacio dentro de los edificios residenciales.

Por su parte, (Espinal, 2014.), en su tesis *Titulada: Construcción de un Prototipo para el sistema de reciclaje de aguas grises en el hogar*, tuvo como objetivo principal, el diseño y simulación de un sistema, para ello, ubico los puntos de captación de agua grises en el hogar, además de la construcción de los esquemas eléctricos y mecánicos del sistema de reciclaje, así como de almacenamiento y filtrado de aguas grises. Aplicando un estudio de posibles necesidades dadas en sistemas de reutilización de aguas grises.

Se determinó los siguientes resultados: Se logró un sistema automatizado, que consta de: 1) pre-recolección de aguas grises, 2) almacenamiento. 3) filtro de arena. 4) filtro de membrana, 5) Pre-recolección de agua filtrada y 6) Almacenamiento de agua reciclada. El funcionamiento es continuo, sin sobrecargas, ni obstrucciones, así como una adecuada presión generada por la bomba del sistema. *Las conclusiones* fueron: el logro de la ubicación de los puntos de captación de aguas grises en el hogar, así como la construcción del esquema eléctrico y mecánico del sistema de reciclaje, así como también de almacenamiento y filtrado.

Antecedentes nacionales:

Se encontró investigación en el tratamiento de distintos tipos de aguas residuales en el Perú, entre ellos las aguas grises.

Así pues, (Espinoza, 2010), en su trabajo de tesis titulada: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el distrito de San Juan de Miraflores, Lima, buscó diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, que reemplace a las lagunas existentes, para reducir la contaminación por desagües al océano Pacífico en la bahía de Miraflores y mejorar la salud de la población. Su metodología utilizada fue la selección de los procesos de tratamiento aplicable al caso.

Se concluye con respecto a la operación y mantenimiento no existe un comportamiento definido de las características de las aguas residuales (caudal, concentraciones). Asimismo, se debe efectuar un mantenimiento, limpieza y lubricación de los insumos. Por otro lado, en lo concerniente al impacto ambiental, es muy posible afecciones a la salud por moscas, zancudos y roedores, por lo tanto, se necesitara amplias franjas de protección, así como estas plantas deberán estar alejados de los asentamientos humanos, además previéndose desinfecciones periódicas.

Por otra parte, (Arce Jauregui, 2013.), en la tesis *titulada*: “Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales”, tuvo como objetivos: plantear vías para la reutilización del agua y su búsqueda mediante alternativas viables y rentables. Aplicando una metodología exhaustiva y ordenada en un estudio de caso real llamado “Las Palmeras”.

Se *determinó* que el tratamiento de aguas residuales tiene dos opciones para las zonas urbanas, por un lado, los lodos activados de aireación extendida, por otro lado, los birreactores de membranas, en especial para los sistemas de tratamiento en las zonas rurales. Finalmente, *concluyo* en que las alternativas planteadas son económicamente rentables. Asimismo, además del uso racional del agua, se necesita brindar calidad de vida a las urbanizaciones sostenibles

para las personas. Seguidamente, se espera contar con tecnologías más avanzadas, que generen mayores eficiencias y sean más rentables económicamente. Sin embargo, se necesita a la vez personal calificado para el uso de esas tecnologías avanzadas

Asimismo (Lopez, y otros, 2015.), con su tesis *titulada*: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para Reusó en Riego de Parques y Jardines en el Distrito de la Esperanza, Provincia Trujillo, La Libertad, se plantearon como objetivo diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines, para ello se buscó el estudio de impacto ambiental, así como contribuir con un adecuado riego de parques y jardines y mitigar la contaminación ambiental. La metodología utilizada comprendió el marco legal e institucional del diseño de la planta de tratamiento.

Obtuvieron como resultado que la opción de la construcción de una planta de tratamiento, tienen mayores costos de construcción, sin embargo, la opción del sistema de tratamiento en lagunas facultativas los costos de operación y mantenimiento tiene los costos mayores, dado esto a que se debería tener normas que contemplen indicadores como pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y turbidez o sólidos suspendidos (SS). *Se concluyó* que se debería reconsiderar las políticas públicas, tanto institucionales, como de gestión y financiamiento para la construcción de una planta de tratamiento. La Planta de tratamiento contribuirá a la gestión presupuestaria y además que mitigara los efectos ambientales y disminuirá el costo de uso de agua, asimismo, se debería dar charlas de sensibilización a los pobladores.

Por su parte, (Carhuancho Alcantara, 2015), a través de su tesis titulada “Estudio del Efecto de la Electrocoagulación en el Tratamiento de Aguas Residuales a nivel de Laboratorio en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Covicorti en la Ciudad de Trujillo-La Libertad”, el cual tuvo como finalidad de obtener una buena alternativa de solución en el tratamiento de las aguas residuales, así pues, través de la corriente eléctrica se quiso desestabilizar los sólidos que pudieran estar en el agua residual.

Se obtuvo resultados de los parámetros fisicoquímicos: 97.32% de color, 96.48% de STT, 93.56% de turbidez, 90.95% de DQO, 58.24% de DBO5 para el

agua residual. También de los electrodos utilizados para este método el más eficiente fue el ánodo de Aluminio.

Finalmente, (Titto Cantoral, 2015), “Tratamiento de Aguas Residuales Grises Domesticas con la especie PARAGÜITAS *Cyperus alternifolius* en Humedales Artificiales, Urbanización Zarate – S.J.L. 2015”, El objetivo fue determinar el porcentaje de remoción de los contaminantes en el humedal artificial con la especie vegetal mencionada.

El monitoreo y el análisis de los parámetros de tratamiento de aguas se realizó de acuerdo al protocolo difundido por el ministerio de vivienda y construcción D.S. 003 – 2010, teniéndose en cuenta a los parámetros de Turbidez, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno. Los resultados obtenidos en torno a estos parámetros fueron lo siguiente: 97,66% (turbiedad), 79,68%(SST), 72,84% (DBO5) y 76,85%(DQO) de nivel de remoción, concluyéndose que mediante este sistema de humedal artificial es eficiente para el tratamiento de aguas residuales domésticas grises.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Variable 1: Tratamiento de aguas grises.

Es un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, con excepción de las provenientes de inodoros y urinarios, que están basados en una serie de procesos físicos y químicos, que tiene como fin eliminar diferentes contaminantes presentes en el agua proveniente del uso humano para su reusó, según afirma (Ardila, 2013).

La mayoría de las aguas grises son fáciles de tratar, debido a sus bajos niveles de contaminantes. Si estas son debidamente recogidas y separadas mediante un sistema de tuberías, las aguas grises pueden ser recicladas directamente en la propia vivienda.

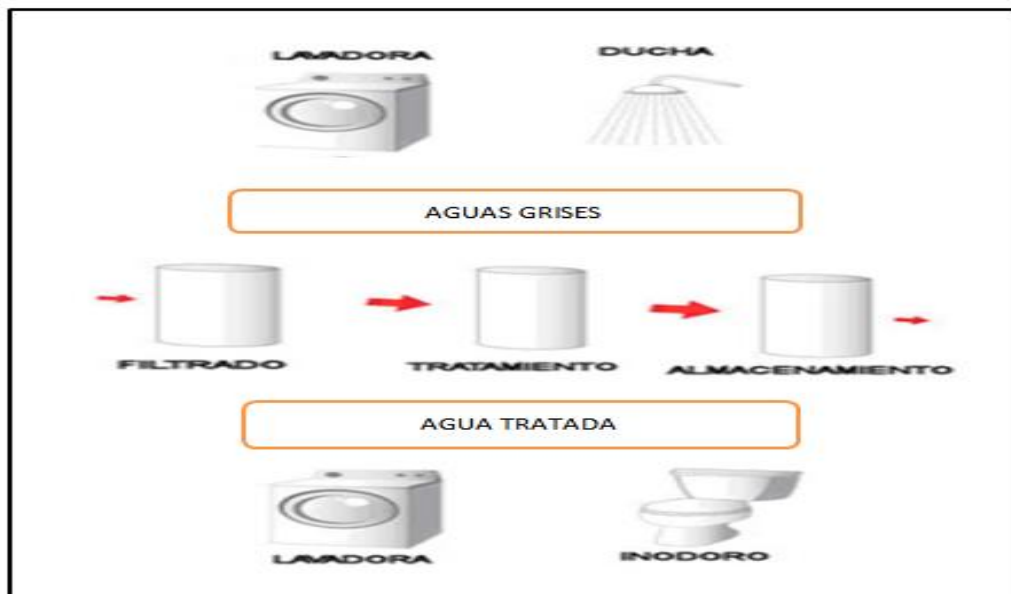


Figura 1. Sistema de Tratamiento y Reúso de Aguas grises

En la **figura 1**, se observa que las aguas grises, incluso se pueden utilizar para el riego, la limpieza y el inodoro.

Los sistemas de tratamiento se pueden dividir en dos grupos, los sistemas que purifican el agua y los sistemas que no la purifican. Cuando se trata del segundo grupo, las aguas grises se utilizan para fines agrícolas.

A nivel mundial, los países desarrollados buscan de reutilizar de manera segura las aguas grises, y esto porque las aguas grises han sido ampliamente estudiadas en diversas partes del mundo, tanto por su calidad, como por la factibilidad y conveniencia de su reutilización. En Chipre, se da un subsidio al que lo instale. En Alemania, es legal, pero no se le considera, porque el agua de lluvia es de mejor calidad para los inodoros. Existen países como Dinamarca, donde se prohíbe su uso, hasta que culminen sus investigaciones. En Japón, está enfocada al reciclaje en edificios, principalmente inodoros.

Sin embargo, nuestro país, ha sido muy poco estudiado el tema y mucho menos implantado, existiendo normativa a través de la “**Asociación Nacional del Agua**” (ANA, 2017), para todas las aguas residuales que son reusadas, sin trato diferenciado a las aguas grises.

Tabla 1. *Generación de agua residual y forma de tratamiento en Lima metropolitana 2006-2015*

Agua residual	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total de aguas servidas tratadas						
Caudal (l/s)	2 754	2 810	2 951	9 938	12 978	13 760
Caudal (miles m³/día)	238	242	256	566	1 121	1 188
Volumen generado (miles m³/año)	86 822	88 478	93 349	206 645	409 289	433 510
Número de plantas en actividad	17	19	20	22	21	21

Fuente: INEI.

En la **tabla 1**, podemos observar que el caudal de aguas tratadas ha aumentado sustancialmente en los últimos cinco años.

Estas aguas pueden tener niveles de dimensiones químicas, físicas, y/o biológicas, según (Ardila, 2013), las cuales se describen a continuación.

Dimensión 1: Características de las Propiedades físicas

Indicador 1: Dureza

Es una propiedad que dependerá de los niveles de sales de Calcio (Ca) y magnesio (Mg), en donde también pueden influir las sales de hierro (Fe), manganeso (Mn) y aluminio (Al).

La expresión de estos componentes serán generalmente en carbonato de calcio, CaCO₃, como bien señala (Ericksson, 2002 p.106)

Indicador 2: Turbiedad:

Es causada por materia suspendida y coloidal como arenas, arcilla, materias orgánicas e inorgánicas, etc.

Principalmente proviene de la lavadora. Esta propiedad visual de cada solución, la cual dependerá del tamaño, forma e índice de refracción de las partículas, según (Friedler, 2003 p. 19).

Indicador 3: Solidos

La concentración de solidos totales de las aguas grises se encuentra relacionada con las actividades desarrolladas en cada hogar, y ello dependerá de la capacidad de consumo, el tipo y marca de productos de aseo que emplean, las posibles cargas de arena y fibras provenientes de los ciclos de lavado, afirma (Ericksson, 2002 p.106).

También se incluyen Solidos Suspendidos, que es la fracción de solidos totales retenida por un filtro de 2(um), que corresponden a arcillas coloidales o partículas orgánicas, que no sedimentan fácilmente en un líquido, aumentando la turbiedad, afirmo (Friedler, 2003 p. 20)

Dimensión 2: Contribuyentes químicos

Indicador 1: pH

Es la medida del grado de la acidez o alcalinidad de una solución, su rango va de 0 a 14, en donde el valor de 7 representa la neutralidad. Los valores debajo de 7 indican acidez y los encima de 7 indicaran su alcalinidad.

Normalmente, las aguas naturales, tienen un pH entre 6.5 y 8.5. De esta manera, el pH influirá en los procesos de desinfección y coagulación., añade (Friedler, 2003 p. 19)

Indicador 2: Alcalinidad

Es la capacidad cuantitativa del agua para neutralizar ácidos. Es importante en la función de amortiguador del agua y tiene un rol importante en la eliminación de turbiedad en los procesos de coagulación-floculación.

En este proceso se produce un consumo de alcalinidad y un descenso del pH, según nos dice (Sancha, 2002 p. 51).

Los jabones y los productos basados en jabón son alcalinos, los detergentes se pueden formular con cualquier nivel de alcalinidad, según las necesidades de limpieza para las que son formulados. Puesto que la alcalinidad facilita la remoción de aceites, todos los detergentes de lavaplatos automáticos son alcalinos, al igual que la mayoría de los limpiadores.

Indicador 3: Cloruros (Cl) Los cloruros son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1. Por lo tanto corresponden al estado de oxidación más bajo de este elemento ya que tiene completada la capa de valencia con ocho electrones. (Sancha, 2002 p. 50).

Dimensión 3: Contribuyentes biológicos

Indicador 1: Compuestos por materias grasas y aceites.

La presencia de grasas en el agua también puede provocar numerosos problemas.

Uno de ellos es la interferencia en los procesos de coagulación, floculación y filtración, nos indicó (Franco Alvarado, 2012 p.). Suelen ser más altos si la fuente son los lavaplatos.

Indicador 2: Coliformes Fecales:

Son bacterias encontradas en el tracto intestinal de mamíferos, en la materia fecal.

Su presencia en agua o lodo indica contaminación fecal, y posible presencia de patógenos. Esto es por el lavado de manos, limpieza de bebes, etc., referido por (Ericksson, 2002 p.106).

Indicador 3: Escherichia Coli:

Es una Bacteria coliforme fecal encontrada en gran número en tracto gastrointestinal y en las excretas de animales de sangre caliente.

Su presencia en agua indica una reciente contaminación fecal. La mayoría son benignas, pero algunas patógenas causan severas gastroenteritis., también señala (Ericksson, 2002 p.106)

Variable 2: Una Vivienda Multifamiliar.

Las viviendas multifamiliares son recintos donde unidades de vivienda superpuestas albergan un número de familias determinadas, según lo descrito en Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2014.) y el Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento (MVCS, 2017)

Debido al poco interés en utilizar las aguas grises ha motivado investigación en muchos lugares del mundo. Sin embargo, han surgido soluciones para el tratamiento de las aguas grises, mediante humedales o tratamientos físicos, químicos y biológicos, que han resultado en alto costo de implementación, por ello siempre se debe buscar economías de escala por soluciones colectivas, como las viviendas multifamiliares”.

Dimensión 1: Factores que intervienen en las viviendas multifamiliares

Los factores que pueden ser influidos por los reúsos de las aguas grises en los servicios higiénicos de las viviendas multifamiliares son los siguientes:

Indicador 1: Medidas Geométricas:

Los cuerpos solidos tienen tres dimensiones alto, largo y ancho, según (Baldor, 2004. Vigésima Reimpresión. p. 11). En nuestro caso, serán afectados los espacios en estas tres dimensiones, por lo que se buscare el óptimo para obtener el sistema que se desea.

Indicador 2: Retiros

Cuando el plan urbano distrital lo establezca existirán retiros entre el límite de propiedad y límite de la edificación (RNE, 2014. p. 241).

Por este requisito los retiros tienen la finalidad de dar privacidad y seguridad de los habitantes de la edificación y pueden clasificarse así:

- Frontales. Cuando la distancia se establece con relación al lindero colindante con una vía pública.

- Laterales: cuando la distancia se establece con relación a uno o a ambos linderos laterales colindantes con otros predios.
- Posteriores: cuando la distancia se establece con retiros al lindero posterior:

Dimensión 2: Parámetros.

Indicador 1: Parámetros urbanísticos:

Es el nivel de adecuación a las normas definidas en el Plan Urbano, que consigna la zonificación, de acuerdo a (RNE, 2014. p. 241).

Indicador 2: Parámetros edificatorios:

También es el nivel de adecuación a las normas definidas en el Plan Urbano, que consigna el coeficiente de edificación, por otro lado, también se refiere al porcentaje de área libre, la altura de edificación expresada en metros, los retiros, las áreas de riesgo, de acuerdo a (RNE, 2014. p. 241).

Indicador 3: Parámetros Ambientales:

Se refiere al Nivel de acondicionamiento ambiental y cumplimiento de requisitos de ventilación, de acuerdo a lo especificado en (RNE, 2014. p. 675).

Concentraciones de Aguas Grises, según Diversas Fuentes.

Concentraciones normales de los parámetros de calidad de las aguas grises crudas domésticas combinadas de varios autores.

Tabla 2. Concentraciones normales de los parámetros de calidad de las aguas grises crudas domésticas combinadas de varios autores.

Parámetro	Und	Concentración	Parámetro	Und	Concentración
Aluminio	mg/L	0.01 – 0.5	Alcalinidad total	mg/L	12 – 35
Arsénico	mg/L	< 0.01	Sólidos totales	mg/L	20 – 126
Plomo	mg/L	1.0 – 1.31	Sólidos suspendidos totales	mg/L	25 – 183
Bario	mg/L	< 1	Sólidos suspendidos volátiles	mg/L	28 – 87
Hierro	mg/L	0.1 – 0.4	Conductividad	μS/cm	82 – 1845
Calcio	mg/L	0.1 - 1.4	Fosforo total	mg/L	0.1 – 2.0
Cadmio	mg/L	< 0.03	Sulfatos	mg/L	83 – 160
Cromo Total	mg/L	< 0:05	Cloruros	mg/L	20 – 30
Plata	mg/L	< 0:05	pH (Potencial de hidrógeno)	mg/L	6.3 – 8.1
Molibdeno	mg/L	0.2 – 0.5	NTK	mg/L	1.7 – 34.3
Cobre	mg/L	0.01 – 0.5	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	47 – 466
Níquel	mg/L	< 0.05	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	100 – 700
Manganeso	mg/L	0.01 – 0.5	Grasas y aceites (FOG)	mg/L	7 – 230
Sodio	mg/L	68 – 93	Coliformes fecales	CFU/ 100 ml	0.1 – 1.5 x 10 ⁸
Potasio	mg/L	0.8 – 3	Coliformes totales	CFU/ 100 ml	56 – 8.03 x 10 ⁷
Magnesio	mg/L	0.4 – 5.0	Escherichia coli	CFU/ 100 ml	0 – 2.51 x 10 ⁷
Zinc	mg/L	0.1 – 0.5	Surfactantes (Sustancias activas al azul de Metileno - MBAs)	mg/L	45 – 170
Turbidez	NTU	29 – 375			

Fuente: (Li, Wichmann, & Otterpohl, 2009). (JAMRAH, Al-Futaisi; Prathepar, & Al Harris, 2008); (MARCH, Gual, & Orozco, 2004); (HOCAOGLU, Insel, UbayCokgor, & Baban, 2010); (AL-Jayyousi, 2003); (CHAILOU, Gerente, Andres & Wolbert, 2011); (Halasheh, M. et al, 2008).

Según la **Tabla 2**, se presentan las concentraciones normales para los parámetros de calidad de las aguas grises crudas domésticas combinadas (mezcla de todas las fuentes, duchas, lavamanos, lavadora, lavadero y lavaplatos).

Tabla 3. Concentración de Aguas Grises. Según Origen

Origen	Característica
Lava vajillas	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente contaminada con partículas de comida, aceites y grasas. -Cantidades variables de coliformes. -Generalmente presenta mayor cantidad de SST que las aguas servidas. -Crecimiento de microorganismos. Descomposición rápida. Mal olor. -Contiene detergentes, blanqueadores. Espumas. -Alta demanda de oxígeno. -Usualmente se considera como agua negra.
Ducha, Tina y Lavamanos	<ul style="list-style-type: none"> -Generalmente corresponde al agua menos contaminada (aguas grises claras). -Ducha y tina presentan coliformes. -Puede contener orina, que es estéril en personas sanas, no obstante algunas infecciones en la vejiga pueden hacer que exista presencia de microorganismos, el potencial de éstos para sobrevivir y causar infecciones es considerado remoto. -Contiene pelos y productos de limpieza como jabón, shampoo y pasta de dientes. -Baja demanda de
Lavadora	<ul style="list-style-type: none"> -Contiene coliformes. -Contiene detergentes (sodio, fósforo, boro, amonio, nitrógeno). Espumas. -Alto pH. -Alta Salinidad -Alta cantidad de sólidos suspendidos (pelusas), alta turbiedad.
Piscinas	<ul style="list-style-type: none"> -Altas concentraciones de microorganismos. -Gran presencia de químicos (residuos químicos de productos para mantenimiento, aceites para el cuerpo, cosméticos, etc.) -Polvo, pelos, pelusas. -Generalmente no se considera esta agua en recuperación de aguas grises, debido al gran volumen evacuado en poco tiempo.

Fuente: (Franco Alvarado, 2012 p.)

En la tabla 3, se muestran antecedentes reportados en varios estudios, para aguas grises generadas de duchas, cocina y lavadoras.

Tabla 4. Límite Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

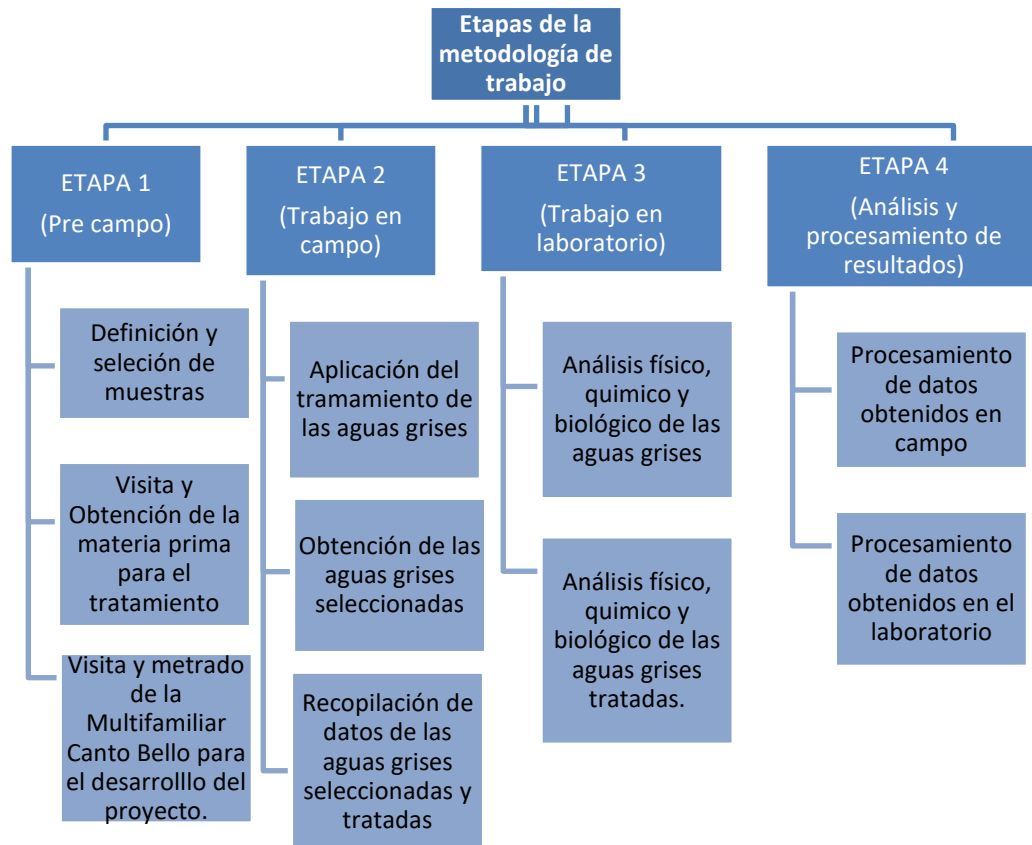
UCV = Unidad de color verdadero.

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad.

Fuente: (DIGESA, 2017).

En la tabla 6, se presentan los límites máximos permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica según Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.

Metodología de trabajo.



ETAPA 1 (Pre campo):

Definición y selección de muestra

Para obtener buenos resultados debemos partir de la obtención de la materia prima, para eso es necesario contar con los productos y cantidades adecuadas para el del tratamiento de aguas grises de la Multifamiliar Canto Bello.

Visita y obtención de los instrumentos para el tratamiento

En general, las aguas de desecho contienen menos del 0.1% de materias sólidas, gran parte de dicha agua es procedente del baño o de la lavandería y, por encima contiene basuras, papeles, cerillos y trapos, pedazos de madera y heces fecales.

El sistema de reutilización de aguas grises consiste en conducir por medio de la red de drenaje con tubería de PVC, las aguas residuales procedentes de cocina con restos de alimentos y materia orgánica hacia una trampa de grasa la cual elimina las grasas, que tienden a formar nata, tapar las rejillas fijas, obstruir los filtros. El periodo de detención varía de 5 a 15 minutos. Unos dos miligramos por litro de cloro aumenta la eficacia de la eliminación de la grasa.

A la vez la tubería procedente de lavadoras, bañeras y duchas con detergentes y la que viene de la trampa de grasa es conducida hacia el depósito acumulador donde servirá para abastecer los tanques de los inodoros. En la red de tuberías de drenaje, según (Anselmi, 2014), no se deben usar tuberías de un diámetro menor de 4 pulgadas debido a la posibilidad de obstrucciones. La colocación de los tubos se hace, por lo general, con cierta pendiente la cual no debe de ser menor al 2%.



Figura 2. Trampa de grasa empírica.



Figura 3. Hipoclorito de Sodio industrial.

Fuente: Aquaquimi, (10-set-2017)

Visita y metrado de la Multifamiliar Canto Bello:

Para realizar un trabajo de precisión, se elaboró un plano sanitario independiente para las aguas grises con las medidas de la Multifamiliar Canto Bello para los 4 departamentos y cochera. Un plano propio para la investigación, de tal forma se pueda costear la inversión del proyecto.



Figura 4. Multifamiliar Canto Bello en San Juan de Lurigancho.

ETAPA 2 (Trabajo de campo):

Aplicación del Tratamiento de aguas grises.

A fin de tener una aproximación de cuan efectivo podría ser el tratamiento propuesto, se diseñó con fórmulas provenientes de autores reconocidos en el tema, aplicando los datos procedentes de la Multifamiliar Canto Bello para la trampa de grasa - deposito acumulador y fosa séptica.

DISEÑO DE TRAMPA DE GRASA

Los criterios de diseño son de acuerdo a (Anselmi, 2014)

Criterios

DISEÑO POR VOLUMEN $V = (Q \cdot t)$ para un día

PRODUCCIÓN PROMEDIO 9.5 litros/persona

VOLUMEN MINIMO PARA UNA VIVIENDA 30 GALONES = 120 L

VOLUMEN MINIMO PARA PEQUEÑAS INSTALACIONES (HASTA 50 PERSONAS)

125 GALONES 500 litros

RELACIÓN LARGO/ANCHO : 2 : 1

ALTURA = 0.30 a 0.90 mts

VOLUMEN = PRODUCCION PROMEDIO * No. PERSONAS (LITROS)

DISEÑO:

$V =$

VOLUMEN

$A =$ AREA

$H =$ ALTURA = 0.45 mts

$a =$ Ancho

$b =$ Largo = $2a$

$$V = \frac{9.5 \text{ LITROS}}{\text{PERSONAS}} \times 5 \text{ PERSONAS} = 47.5 \text{ L}$$

$$V_{\min} = 30 \text{ GALONES} = 120 \text{ LITROS} = 0.1 \text{ mts}^3$$

$$A = \frac{V}{H} = \frac{0.1}{0.5} = 0.27 \text{ mts}^2$$

$$A = ab = a \times 2a = 2a^2$$

$$a = \frac{\sqrt{A}}{2} = \frac{\sqrt{0.27}}{2} = 0.37 \approx 0.40 \text{ mts}$$

$$b = 2a = 2 \times 0.37 = 0.73 \approx 0.75 \text{ mts}$$

Por lo tanto, la trampa de grasa tendrá unas dimensiones internas de 0.35 x 0.70 mts, y será una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería que se indica en los planos (Anexo A-3 y A-6). El precio aproximado para la construcción de una trampa de grasa bajo las condiciones indicadas sería de \$100.00 (costo al año 2017).

Las trampas de grasa necesitan mantenerse con cantidades bajas de grasa para evitar taponar el sistema de desagüe o las líneas de drenaje. Para mantener el sistema funcionando sin problemas, hace falta limpiar las tuberías y la trampa periódicamente. Para evitar esas operaciones tan costosas, el sistema debe ser tratado biológicamente dos veces por mes para mantener las líneas de drenaje limpias y la grasa al mínimo en la trampa. Las bacterias introducidas en la trampa de grasa se alimentan de la grasa y el sedimento que se encuentra en la trampa, inhibiendo la acumulación de los mismos dándose cuenta que el tratamiento mantiene el sistema con la cantidad de sedimento muy bajo y evitando que la trampa de grasa se tapone o mantenga un mal olor.

DISEÑO DEL DEPÓSITO ACUMULADOR

Para la propuesta del diseño del Depósito Acumulador se debe de tomar en cuenta el volumen necesario para el abastecimiento diario de los inodoros, donde las cantidades calculadas a continuación serán aproximadas.

Para conocer la cantidad de agua residual doméstica por personas al día, se presenta la Tabla No. 4:

Tabla 5. Cantidad de Aguas Residuales Domésticas por persona al día.

Tipo	Litros / persona / día	
	Demanda	Descarga
Comida y Bebida	3	0
Lavado de Platos	4	4
Lavado de Ropa	20	19
Higiene Personal	10	10
Higiene con Tina y Ducha	20	20
Limpieza de la Casa	3	3
Inodoro (heces y orina)	20	22
TOTALES	80	78

Fuente: (Kestler, 2004).

De la Tabla 8 se puede deducir que la demanda para el tanque de un inodoro es de 20 litros / persona; por lo tanto, si se tiene una vivienda donde habitan 5 personas, el consumo diario en el Tanque de Inodoro sería aproximadamente de:

Por lo tanto, se podría tener los siguientes parámetros para el Diseño:

Criterios

$$V = 20 \frac{\text{LITROS}}{\text{PERSONAS / DIA}}$$

$$\text{DISEÑO POR VOLUMEN} = V = (Q \cdot t) \text{ PARA UN DIA}$$

$$\text{VOLUMEN MINIMO PARA UNA VIVIENDA 5 PERSONAS} = 100 \text{ L}$$

DISEÑO:

V = VOLUMEN

A = AREA

H= ALTURA = 0.9 mts

a = Ancho

b= Largo = 2a

$$V_{\min} = 100 \text{ LITROS} = 0.10 \text{ mts}^3$$

$$A = \frac{V}{H} = \frac{0.10}{0.9} = \mathbf{0.11 \text{ mts}^2}$$

$$A = ab = a \times 2a = 2a^2$$

$$a = \frac{\sqrt{A}}{2} = \sqrt{\frac{0.11}{2}} = \mathbf{0.24} \approx \mathbf{0.25 \text{ mts}}$$

$$b = 2a = 2 \times 0.24 = \mathbf{0.47} \approx \mathbf{0.50 \text{ mts}}$$

Relación Largo / Ancho = 2: 1 (dependerá del espacio disponible en la vivienda)

Altura = 0.90 a 1.50 mts (dependerá del espacio disponible en la vivienda)

$$\text{Tiempo de retención hidráulica} = \frac{V}{Q} = 2 \text{ horas.}$$

Por lo tanto el depósito acumulador tendrá unas dimensiones internas de 0.25 x 0.50 mts. y será una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería que se indica en los planos (Anexo A-1, A-2, A-3, A-4 y A-7). El precio aproximado para la construcción del depósito acumulador bajo las condiciones indicadas sería de \$150.00 (costo al año 2017). (Vásquez Bustamante, 2017)

Una vez almacenadas las aguas en el depósito acumulador cuando se acciona el dispositivo de descarga de los tanques de los inodoros, la bomba sumergible (Anselmi, 2014). que lleva incorporada el depósito impulsa las aguas grises por medio de la red de abastecimiento con tubería PVC para volver a cargar las tanques de los inodoros (SENCICO, 2017)

En la red de abastecimiento según (Anselmi, 2014), el sistema de distribución de agua debe ofrecer un suministro seguro en cantidad suficiente y una presión adecuada para uso doméstico.

Es importante hacer notar que las dimensiones propuestas para el depósito son eficientes para un rango de 5 a 7 personas. Si se tiene un crecimiento de

personas viviendo en el hogar es necesario recalcular las dimensiones y agregar otra cámara para su ampliación.

El depósito acumulador debe de tener las siguientes características:

- Totalmente impermeable.
- Sistema de evacuación de sobrellenado mediante un aliviadero lateral en la parte superior del depósito, conectado al tubería de drenaje general.
- Cerrado herméticamente para evitar el ingreso del sol, ya que puede acelerar la putrefacción de los sólidos encontrados ahí.
- El depósito acumulador será un sistema en paralelo, es decir, se colocarán dos cámaras seguidas, para permitir tener una mejor operación y mantenimiento
- El depósito será ubicado en algún lugar de la vivienda que sirva como bodega y no sea muy transitado por las personas y donde se tenga la precaución de no ser manipulando por menores o personas que desconozcan el contenido del mismo. En el caso en que no se tenga algún lugar disponible para su ubicación podría estar enterrado en el jardín.
- En la salida de la tubería que alimenta el Depósito se debe colocar una malla fina, que sirva como tamiz y no permita el ingreso de sólidos.
- Resistente a las presiones del suelo y a sismos.

Para el mantenimiento del depósito acumulador se deben de tomar en cuenta las siguientes características:

- Se recomienda realizar una limpieza cada seis meses del depósito mediante el acceso en su parte superior. Para el mantenimiento es necesario realizar el vaciado de una de las cámaras mientras la otra está en servicio.

- Antes de realizar la limpieza del depósito o alguna manipulación en el tanque del inodoro, es necesario abrir la válvula de paso del agua potable, para purificar el interior de los mismos.
- Es necesario realizar la limpieza de la malla del depósito, por lo menos cada mes, para evitar la descomposición de los sólidos.
- Realizar la limpieza cada seis meses del filtro que va incorporado en la bomba sumergible.
- Para mayor seguridad, debido a que el agua del depósito está contaminada se puede aplicar hipoclorito de calcio. Según (Kestler, 2004), para que el cloro surta efecto es necesario que haya un período de contacto de por lo menos 20 minutos, contados a partir del momento de la aplicación. Por lo tanto, para los 112.5 litros encontrados en el depósito acumulador la dosificación sería de 428.57 gramos para una concentración del 70% y con ello preparar una solución al 0.1% (Tabla No. 7).

DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO

La capacidad o volumen máxima mínimo recomendable es de 3m³. La máxima contribución que es posible tratar en tanque séptico con eficiencia es de 20 m³/día.

Cuando el volumen liquido sea 5m³, es recomendable considerar dos cámaras, en cuyo caso la interconexión entre las dos cámaras se hará de manera que no se interfiera con la separación de los sólidos o espumas.

A fin de contribuir con la eficiencia del tanque séptico, se debe considerar dispositivos de entrada y salida, los mismos que pueden estar constituidos

por tez del mismo diámetro de la tubería de entrada o salida, cortinas o pantallas superiores.

El tanque séptico debe estar provisto de registros de limpieza y mantenimiento, protegidos con tapas removibles, de preferencia sobre los dispositivos de entrada y salida.

Los criterios de diseño son de acuerdo a (Anselmi, 2014):

Criterios

Diseño por caudal medio	=	Qmedio	(para un día)
Dotación	=	175	litros/persona/día
Volumen mínimo	=	2840	litros
Volumen máximo	=	12	galones
Caudal mínimo	=	1890	litros / día
Caudal máximo	=	54882	litros/día
Relación Largo / Ancho	=	: 2 : 1	
Altura	=	0.9	mts

Si Qmedio está entre 1890 y 5680 litros/día

$$\text{Volumen} = 1.5 \text{ Qmedio (para un día)}$$

Si Qmedio está entre 5680 y 54882 litros/día

$$\text{Volumen} = 4260 + 0.75 \text{ Qmedio (litros/día)}$$

Si Qmedio es mayor de 54882 litros/día, se utilizarían tanques paralelos

DISEÑO:

V = VOLUMEN

A = AREA

H= ALTURA = 0.9 mts

a = Ancho

b= Largo = 2a

Qmedio = Dotación x No. Personas (litros/día)

Qmedio = 175 x 5 = 875 litros/día

Qminimo = 1890 litros/día

Por lo tanto:

$$V = 1.5 \text{ Qmedio} = 1.5 \times 1890 = \text{litros}$$

$$V = 2835 \text{ litros} = 2.8 \text{ mts}^3 \approx 3.00 \text{ mts}^3$$

$$A = \frac{V}{H} = \frac{3.00}{0.9} = \mathbf{3.33} \text{ mts}^2$$

$$A = ab = a \times 2a = 2a^2$$

$$a = \frac{\sqrt{A}}{2} = \sqrt{\frac{3.33}{2}} = \mathbf{1.29} \approx \mathbf{1.30} \text{ mts}$$

$$b = 2a = 2 \times 1.29 = \mathbf{2.58} \approx \mathbf{2.60} \text{ mts}$$

Por lo tanto el Tanque séptico tendrá unas dimensiones internas de 1.30 x 2.60 mts y será de una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería que se indica en los planos (Anexo A-3, A-5 y A-6). El precio aproximado para la construcción de la fosa séptica bajo las condiciones indicadas sería de \$200.00 (costo al año 2017). (Vásquez Bustamante, 2017)

▪ **Obtención de las aguas grises seleccionadas:**

Las aguas grises se obtuvieron por medio de 3 botellas de vidrio de 3lts. Para poder emplearlas en el análisis se extrajeron de las duchas, lavamanos y lavadora de un departamento representativo de la Multifamiliar Canto Bello.



Figura 5. Extracción de las aguas grises.

Traslado de muestras de las aguas grises al laboratorio: La muestra obtenida fue transportada al Laboratorio N°12 de la Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ingeniería Química, donde fue sometida a su respectivo análisis.

Tabla 6. *Hipoclorito necesario para preparar solución al 0.1%.*

Volumen de Solución Requerida (Litros)	% de Concentración					
	65%	66%	67%	68%	69%	70%
1	1.54	1.52	1.49	1.47	1.45	1.43
2	3.08	3.03	2.99	2.94	2.9	2.86
10	15.38	15.15	14.93	14.71	14.49	14.29
25	38.46	37.88	37.31	36.76	36.23	35.71
50	76.92	75.76	74.63	73.53	72.46	71.43
75	115.38	113.64	111.94	110.29	108.7	107.14
100	153.85	151.52	149.25	147.06	144.93	142.86
300	461.54	454.55	447.76	441.18	434.78	428.57
500	769.23	757.58	746.27	735.29	724.64	714.29
600	923.08	909.09	895.52	882.35	869.57	857.14
1000	1538.46	1515.15	1492.54	1470.59	1449.28	1428.57

Fuente: (Kestler, 2004).

Por lo tanto se debe de tener mucha precaución a la hora de manipular o dar algún tipo de mantenimiento al depósito, debido al tipo de contenido que se encuentra en el mismo.

Para la instalación del sistema de reutilización de aguas se puede incorporar la nueva tubería desde el depósito acumulador, teniendo el control de abastecimiento con una válvula de paso y válvula de cheque, dejando conectado la nueva tubería a la red principal para cuando el agua del depósito acumulador no sea lo suficiente para abastecer los tanques de los inodoros, realizando esto con una válvula de paso y válvula de cheque conectada en ese tramo.

La salida del agua de la bañera, lavamanos y lavadora actualmente conectada al red general se corrige y se desvía al depósito acumulador, donde se intercepta con la tubería que viene de la trampa de grasa donde está conectada la tubería del lavatrastos. A la vez las tuberías de las bajas de aguas pluviales pueden desviarse y conectarse al depósito, para ayudar a bajar los contaminantes de las aguas grises.

Entre las posibles incompatibilidades del sistema de reutilización contra el sistema antiguo se basan en:

Se debe de tener mayor cuidado con la manipulación del agua del tanque del inodoro, ya que contiene agua residual contaminada.

- La posibilidad de poder instalar la canalización para las aguas grises. En este sentido se aconseja la evaluación de la instalación como cualquier otro tipo de instalación de fontanería. En caso de una reforma es necesario plantearse las posibilidades que ofrece la vivienda para instalar los sistemas de reutilización de aguas grises.
- Es importante hacer notar que la calidad de servicio al utilizar agua residual se ve afectada ya que es agua contaminada y se debe de tener un mayor cuidado en su manipulación y mantenimiento. Sin embargo

es importante notar que se tendría un ahorro en el agua potable y con un buen manejo se podría utilizar agua de menor calidad en actividades que así lo permitan y con ello liberar la de alta calidad sólo para consumo humano u otros usos especializados.

Traslado de las aguas tratadas al laboratorio:




Los ensayos simulados obtenidas fueron transportadas al Laboratorio N.º 12 de la Universidad nacional de Ingeniería - Facultad de Ciencias, donde fueron sometidas al análisis químico, físico y biológico según correspondieron.

- **Recopilación de datos de las aguas grises seleccionadas y tratadas:**

Reconocimiento de muestras para el análisis correspondiente.

Las muestras seleccionadas fueron realizadas en la etapa anterior. Las muestras de las aguas grises tratadas y no tratadas, se realizaron de manera común; las muestras se obtuvieron empleando sulfato de aluminio. Las muestras son uniformes entre sí, y del mismo tamaño, con el fin de favorecer a la investigación. las aguas grises se obtuvieron por medio de 3 botellas de vidrio de 3lts. Para poder emplearlas en el análisis se extrajeron de las duchas, lavamanos y lavadora de un departamento representativo de la Multifamiliar Canto Bello.

Tabla 7. Metodología de adecuación de puntos y toma de muestras.

Puntos de Muestreo			
Punto	Uso	Foto	Metodología de
1	Lavadora		Para este punto, en las tres viviendas se utilizaron recipientes plásticos (tinajas) volumen de 54 L, que se colocaron de tal forma que el agua de los tres ciclos de lavado descargara en el recipiente. Para efectos prácticos el agua de cada ciclo de lavado se llevó por aparte al tanque colector de 500 L.
2	Ducha		De acuerdo a las condiciones, para la captación del agua se utilizaron recipientes plásticos (tinajas) volumen de 54 L, que se colocaron de tal forma que el agua producida en la ducha cayera directa en el recipiente.
3	Lavamanos		De acuerdo a las condiciones del Departamento representativo, se procedió de la siguiente forma: se ubicó el recipiente justo abajo del desagüe para así poder captar el agua directamente,

Fuente: Propia, Calle Los Eucaliptos 285, (26-set-2017)

Técnica y recopilación de datos de las grises tratadas.

Se realizó a través de ficha de recolección de datos en campo luego del tratamiento de las aguas grises, con herramientas básicas para su extracción y su transporte a laboratorio.



Figura 6. Recopilación de datos de las aguas grises tratadas.

ETAPA 3 (Trabajo en laboratorio):

- **Análisis físico, químico y biológico de las aguas grises:**

Técnica para la recopilación de datos.

Para obtener los datos físico, químico y biológico de las aguas grises provenientes de las duchas, lavamanos de la multifamiliar Canto Bello se recurrió al análisis químico y biológico correspondiente, el cual fue realizado en el Laboratorio N° 12 de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Instrumento de recolección de datos en laboratorio.

Los instrumentos que se utilizaron en la recolección de datos para el análisis físico químico y biológico de las aguas grises están Normados por (DIGESA, 2017) en el art 68 control de parámetros químicos, las cuales permitieron validar resultados de los equipos utilizados, así como los métodos utilizados son confiables debido a que se encuentran normados por esta misma entidad del estado. Los equipos utilizados son calibrados y certificados igualmente.



Figura 7. Laboratorio N°12 de la UNI, Muestra de Agua Inicial y Agitación Rápida en Shaker

Fuente: Laboratorio N° 12 UNI, (01-oct-2017)

▪ Análisis físico, químico y biológico de las aguas grises tratadas:

Los instrumentos que se utilizaron en la recolección de datos para el análisis físico químico y biológico de las aguas grises tratadas están Normados por (DIGESA, 2017) en el art 68 control de parámetros químicos, las cuales permitieron validar resultados de los equipos utilizados así como los métodos utilizados son confiables debido a que se encuentran normados por esta misma entidad del estado.

Técnica para la recopilación de datos.

Para obtener los datos químico y biológico de las aguas grises tratadas provenientes de las duchas, lavamanos de la multifamiliar Canto Bello se recurrió al análisis químico y biológico correspondiente, el cual fue realizado en el Laboratorio N° 12 de la Universidad Nacional de Ingeniería.



Figura 8. Laboratorio N°12 de la UNI, Agitación Lenta y Resultado de Decantación.

Fuente: Laboratorio N° 12 UNI, (01-oct-2017)

ETAPA 4 (Análisis y procesamiento de resultados):

- **Procesamiento de datos obtenidos en campo y laboratorio.**

Luego de apuntar los datos en las fichas de observación, son almacenados en una hoja de cálculo para manipularlas y mostrar los resultados de la investigación.

1.4. Formulación del problema

Problema General

¿Cómo realizar el tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?

Problemas específicos

- ¿De qué manera influye las propiedades físicas de las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?
- ¿Cuál es la incidencia de los contribuyentes químicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?
- ¿En qué forma intervienen los contribuyentes biológicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?

1.5. Justificación del estudio

Esta investigación se llevó a cabo, debido a que presento varias razones que llevaron a su realización, dada su gran importancia e interés para el ámbito de influencia directa, así como para la sociedad en general.

Así pues, tenemos las siguientes justificaciones que presento la investigación realizada y son las siguientes:

Justificación técnica.

Se realizó el cuasi experimento con métodos apropiados de ingeniería sanitaria que permitió el tratamiento de las aguas grises de uso doméstico para su posterior reutilización en las descargas de los inodoros.

Justificación metodológica.

Debido a que esta investigación presento el propósito de concientizar a los profesionales e investigadores con el tema de la reutilización de las aguas grises.

Justificación ambiental.

También mostró esta justificación, ya que a través de la preservación y la adecuada utilización del agua, en ese sentido, también se protege las reservas de agua subterránea y se reduce la carga de aguas residuales en los ríos y/o en los mares, impactando positivamente en el medio ambiente.

Justificación económica.

Ya que es a partir de este tratamiento de estas aguas grises y su posterior reusó, se obtuvo una disminución del consumo de agua potable en labores domésticas en las viviendas, lo cual implica una disminución, por ende, el gasto doméstico diario por persona en aproximadamente en 129 litros.

Justificación social.

También presenta esta muy importante justificación, pues cabe anotar, que al reciclar el agua, estamos previniendo que nos serviría enormemente en el caso de llegar a existir escasez de este valioso recurso, el cual es vital para la sustentividad de la humanidad, en donde preponderantemente los niños son los más beneficiados.

1.6. Hipótesis

Hipótesis general

El tratamiento de aguas grises es apto para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.

Hipótesis específicos

- Las propiedades físicas de las aguas grises influyen para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.
- Los contribuyentes químicos inciden en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.
- Los contribuyentes biológicos intervienen en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.

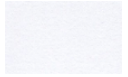
1.7. Objetivos

Objetivo general

Analizar el tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.

Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas de las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.
- Estudiar la incidencia de los contribuyentes químicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.
- Calcular la influencia de contribuyentes biológicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017.



II. MÉTODO

2.1. Método investigación.

Según (Borja Suarez, 2012 p. 8), el método científico “es aquel método necesario y valido para realizar una investigación, dado el conjunto de pasos seguidos para obtener la comprobación en la realidad de un planteamiento y que permitirá la interpretación, dado el contexto donde se realiza”.

Bajo estas consideraciones, la presente investigación empleó el **método científico en la investigación**, ya que se aplicó los principales pasos de dicho método, así pues se hizo una reflexión de la realidad problemática, para luego obtener un planteamiento del problema de investigación (pregunta de investigación), consecutivamente se formuló las hipótesis, las cuales, los resultados las demostraron, obteniéndose conclusiones de la misma investigación realizada.

Tipo de investigación.

Según (Borja Suarez, 2012 p. 10), nos refiere que el tipo de investigación aplicada “busca conocer, actuar, modificar una realidad problemática, en ese sentido está muy interesada en la aplicación inmediata en esa realidad más que en el conocimiento universal, así pues los proyectos de ingeniería civil están ubicados principalmente en ese marco”

Bajo esas consideraciones, el trabajo realizado se enmarca como de **tipo aplicada**, ya que, con la simulación del sistema de tratamiento de aguas grises para su reutilización en urinarios en una vivienda Multifamiliar, se buscó el mejor escenario para comprobar la efectividad del tratamiento y con ello ver su viabilidad para su aplicación”.

Nivel o alcance de la investigación.

Dado que (Borja Suarez, 2012. p. 14), sostiene que el alcance de los estudios explicativos “se centran en explicar las causas que originan ciertos fenómenos físicos o sociales, en qué condiciones se da este”.

El estudio realizado se consideró de **alcance explicativo**, debido a que generó un sentido amplio del entendimiento de la problemática del tratamiento de las aguas grises, ya que es sumamente estructurado, así pues, también incluyó una parte de exploración, otra parte de descripción y otra parte de correlación o asociación.

Diseño de investigación

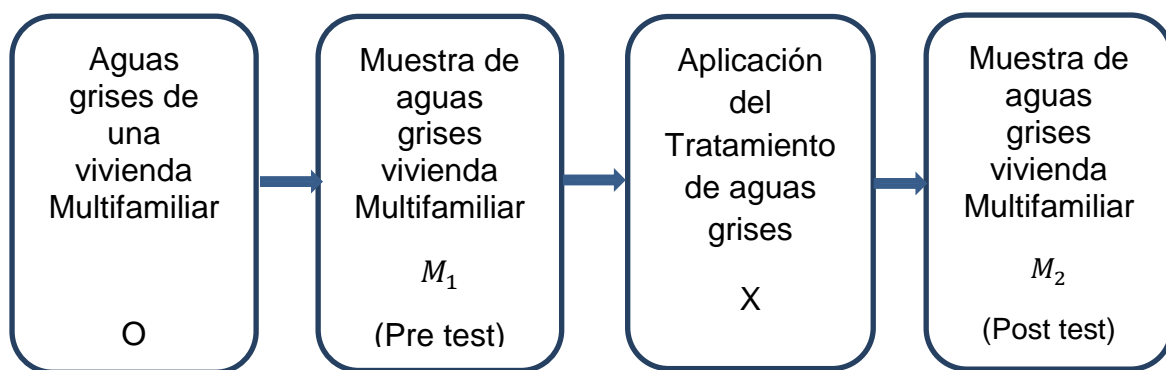
Tal como expone (Borja Suarez, 2012 pág. 14), el diseño de investigación, en su forma de buscar comprobar la hipótesis, será experimental *“cuando exista una manipulación intencional de las variables independientes, asimismo, se realice la medición del efecto de la variable independiente y se obtenga un control interno de la situación del experimento”*.

*Sin embargo, también existe la investigación con diseño de tipo **cuasi experimental**, que sucede cuando el investigador para el logro de su muestra, no escogido al azar al elemento o al grupo de la población”*.

Sobre la base de estas consideraciones, la presente investigación mostró un diseño de tipo cuasi experimental, porque el investigador no presentó más de un elemento como muestra de la población de servicios higiénicos de una vivienda multifamiliar en el Distrito de San Juan de Lurigancho.

Por otro lado, se realizó este diseño de contrastación del experimento a través de la modalidad de una pre prueba o pre test y una post prueba o post test que consiste en:

- Una medición previa de la variable dependiente (una vivienda Multifamiliar), que será utilizada antes de la aplicación de la variable independiente (el tratamiento de aguas grises).
- El empleo de la variable independiente (el tratamiento de aguas grises) en la variable dependiente (una vivienda Multifamiliar).
- Una medición de la variable dependiente (una vivienda Multifamiliar) después de la aplicación de la variable independiente (el tratamiento de aguas grises).



$$O: M_1 - X - M_2$$

Donde:

- O , representa a las aguas grises de una vivienda Multifamiliar que serán sometidas a un tratamiento para ser reutilizadas en sus servicios higiénicos.
- M_1 , son los resultados obtenidos en la etapa inicial del ensayo.
- X , es la aplicación del tratamiento de aguas grises.
- M_2 , Son los resultados obtenidos de la etapa final de la aplicación.

Pre test y post test (Detallado)

El estudio de campo o los ensayos de campo a realizar estarán divididas en dos partes, conocidas en metodología de investigación, como contrastación:

- **La Pre prueba** es el primer ensayo del tratamiento, sin el sistema completo.
 - El sistema de tratamiento será simulado en campo.
 - La simulación del tratamiento y reutilización, serán supervisadas al detalle para que no exista ningún percance en su implementación.
 - En esta Pre prueba, la vivienda Multifamiliar será sometida a una simulación de una muestra representativa de las aguas grises de un departamento provenientes de las duchas, lavamanos y lavadora con la finalidad de ver grado de contaminación cuenta para su respectivo tratamiento para su funcionalidad.
 - La recolección de datos será en las pruebas hidráulicas de los ensayos.
- **La Post prueba** es el posterior control del tratamiento y reutilización de aguas grises, donde se valida su funcionalidad.
 - El Tratamiento de las aguas grises fue diseñado a través de una trampa de grasa, un depósito acumulador y Tanque séptico para bajar la contaminación de las aguas grises y así se puedan reutilizar en servicios Higiénicos que no requieran aguas totalmente tratadas.
 - La reutilización fue completado con una bomba sumergible en el depósito acumulador independiente que lleva el agua tratada a los servicios mencionados.
 - La recolección de datos será en la calidad del agua gris para su uso. Y se realizarán con los indicadores del instrumento previamente validado

2.2. Variables, Operacionalización

Variables

Variable Independiente:

Tratamiento de aguas grises.

Variable Dependiente

Una Vivienda Multifamiliar.

Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE VALORACIÓN
Tratamiento de aguas grises	Es un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, con excepción de las provenientes de inodoros y urinarios, que están basados en una serie de procesos físicos y químicos, según afirma (Ardila, 2013 p.49 p. 18).	Nivel de influencia de tratamiento de las aguas grises sobre las viviendas multifamiliares.	Propiedades físicas	Dureza Turbiedad Solidos	mg CaCo4= L ⁻¹ NTU mg L ⁻¹
			contribuyentes químicos	Ph Alcalinidad Orgánicos e inorgánicos	mg/l mg/l
			contribuyentes biológicos	Grasas y aceites Coliformes fecales Escherichia Coli	mg/l ufc/100ml ufc/100ml
Una Vivienda multifamiliar	Es un recinto donde unidades de vivienda superpuestas albergan un número de familias determinadas, de acuerdo a (Reg14p. 642).	Nivel de mejoramiento en el uso de los servicios higiénicos.	Medidas geométricas	Largo. Ancho Alto	Escalar
			retiro	Frontal Lateral Posteriores	
			Parámetros	Urbanísticos Edificatorios Ambientales.	

2.3. Población y Muestreo

Población

Según Levin, citado en (Gonzalez, et al., Mayo, 2011. p. 142), “Se define población al conjunto de elementos que reúnen por lo menos alguna característica”

En la presente investigación, la población estará conformada **por las aguas grises de la una vivienda Multifamiliar del edificio Canto bello en San Juan de Lurigancho**, las cuales cuentan con servicios de agua potable y alcantarillado, así como disponen de lavatorios, ducha, equipo de lavadora, así como de servicios higiénicos.

Muestra

Se define como “a la porción de la población, que reúne necesariamente las características clave de aquella” según (Gonzalez, et al., Mayo, 2011. p. 144) Además, se realiza por economía de tiempo y recursos.

Considerando esta definición, se tomó **una muestra** de las aguas grises del **edificio Multifamiliar Canto Bello en el distrito de San Juan de Lurigancho**, por disponer de lavatorios, lavadora, ducha y servicios higiénicos en las viviendas, además de los servicios de agua potable y alcantarillado, asimismo, se eligió por cumplir con los requisitos representativo una multifamiliar y del interés de mejoramiento a criterio del investigador.

Muestreo

Se denomina “es aquel que tiene por objetivo obtener una muestra que refleje el comportamiento promedio de toda la población” (Gonzalez, et al., Mayo, 2011. p. 144)

Por otro lado, *“dado que es una investigación de tipo cualitativa, la decisión del muestreo será dada por las premisas del investigador, asimismo, existe en este tipo de investigación, un tipo de muestreo que no es probabilístico y que se realiza por conveniencia, al cual se define como a aquel que no depende de las probabilidades y está formado por caso o casos disponibles a los que tiene acceso el investigador”*, según (Borja Suarez, 2012. p. 390).

En ese sentido, en la presente investigación se empleó el muestreo **no probabilístico** del tipo **por conveniencia**, ya que para elegir al Multifamiliar edificio Canto bello no se utilizó el azar para su elección, además se realizó por conveniencia, dado que era un caso disponible para su acceso, así como la realización a profundidad y con tiempo el cuasi experimento del tratamiento de las aguas grises para reusó en los servicios higiénicos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Criterios de selección

En este estudio se seleccionará a aquella vivienda multifamiliar, la cual cuente con características apropiadas para implantar un sistema de tratamiento de aguas grises.

Las siguientes son las características necesarias para ser seleccionada:

- **Características de la vivienda Multifamiliar:** Contar con un área mínima para construir un sistema de tratamiento de aguas grises.
- **Características del sistema de tuberías:** Disponibilidad de acceso y correcto funcionamiento del sistema de tuberías.

Técnicas de recolección de datos.

Para el logro de cada uno de los objetivos específicos se procederá a emplear las siguientes técnicas y herramientas:

Tipo de Técnicas:

Observación directa de los hechos: Se recogen datos directamente de los objetos percibidos mediante registros, según nos refiere (Borja Suarez, 2012. p. 252).

En la presente investigación, se empleará la técnica de **observación directa de los hechos** para la recolección de los datos de la muestra, dado que se busca la comprobar la eficacia del cuasi experimento realizado para ver su aceptación - rechazo para su posible implementación en al menos el edificio Canto bello.

Instrumentos

Son aquellos que deben representar verdaderamente las variables de investigación, cuyas respuestas se obtienen, codifican o transfieren a una matriz o base de datos y se preparan para su análisis, según nos refiere (Borja Suarez, 2012. p. 197).

Se empleará como instrumento de investigación la **ficha de recopilación de datos**.

Validez del instrumento

Según Hernández, citado en (Gonzalez, et al., Mayo, 2011. p. 154), “se refiere al grado en que un instrumento realmente mide las variables que pretende medir”, quien además los clasifica en Validez de contenido, Validez de criterio, Validez de constructo y la Validez de expertos.

Tomando en cuenta la clasificación, para nuestro estudio solamente se considerará la validez de expertos.

Por otro lado, para medir esta validez, según (Oseda, 2011. p . 154), se tomará en cuenta la siguiente ficha:

Tabla 8. *Grados de Validez del Instrumento de medición.*

Grado	Denominación
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy Valida
0,72 a 0,99	Excelente Validez
1,00	Validez perfecta

Fuente: (Oseda, 2011. p . 154)

Realizado el grado el análisis de validez en la ficha de recolección de datos anexo 6.3 cotejando los datos en la tabla 3 este alcanzo un valor de 0.90 el cual según tabla 2 se interpreta como una validez excelente.

Tabla 9. *Coeficiente de validez por juicio de expertos*

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
TOTAL	1	0.85	0.85	0.90
Índice de Validez				0.90

Fuente. Elaboración Propia

Confiabilidad.

Es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes, según (Hernandez Sampieri, et al., 2014 p. 197).

En la presente investigación no se realizó la prueba de confiabilidad puesto que el instrumento de investigación no es un cuestionario

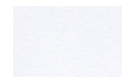
2.5. Métodos de análisis de datos

La estadística descriptiva e inferencial se realizó con la aplicación del Excel y el SPSS24 y se evaluó las propiedades físicas, químicas y biológicas de las muestras en los laboratorios certificados de Universidad Nacional de Ingeniería (UNI, 2017) Facultad de Química siguiendo los parámetros vigentes de la **Dirección General de Salud** (DIGESA, 2017) .

Los gráficos, mapas conceptuales se generaron empleando el programa AutoCAD 2017 y los cálculos de operaciones matemáticas se realizarán mediante el Excel

2.6. Aspectos éticos

El investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados adquiridos, la confiabilidad de los datos obtenidos a partir de los resultados del trabajo en laboratorio que arroje la muestra, así como la identidad de los participantes en el proceso de investigación del estudio



III. RESULTADOS

A continuación se mostraran los resultados del cuasi experimento en las características (físicas, químicas y biológicos) obtenidas en las aguas grises de una vivienda Multifamiliar, en donde el diseño de contrastación fue realizado a través de la modalidad de una pre prueba (M_1) o aguas grises sin tratamiento y una post prueba (M_2) o grises con tratamiento.

También se muestran los resultados de las características (físicas, químicas y biológicas) obtenidas a través del experimento que fue el tratamiento de las aguas grises comparadas con el promedio de los parámetros internacionales de las características de las aguas grises domesticas (promedio). A Continuación se muestran:

Tabla 10. Comparación del análisis físico de las aguas grises

ANÁLISIS		DE LA MUESTRA	
FÍSICO	UNIDAD	PRE PRUEBA (M1)	POST PRUEBA(M2)
Dureza	mg CaCo4 = L ⁻¹	80	40
Turbiedad	NTU	400	180
Solidos	mg L ⁻¹	500	200

Fuente: Elaboración propia

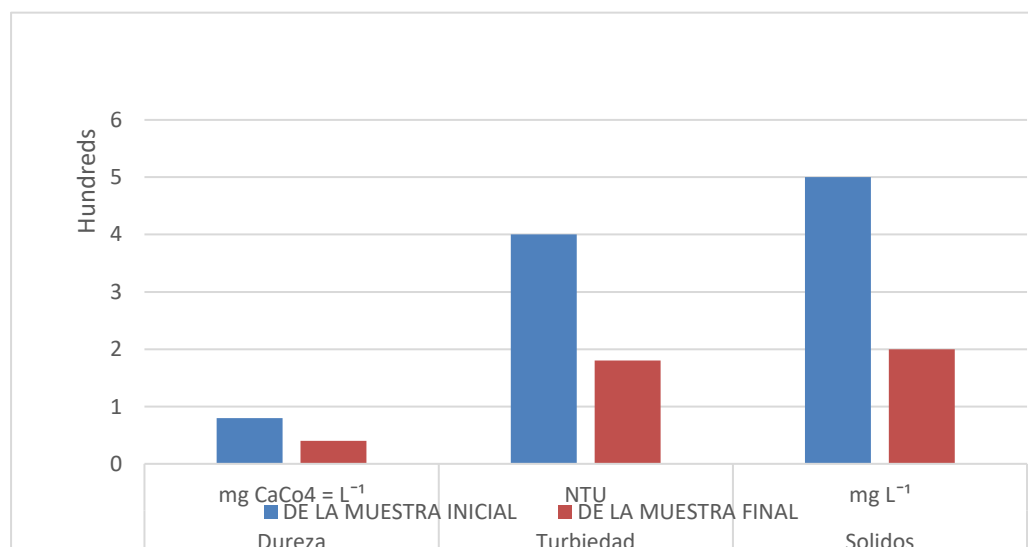


Figura 9. Comparación del análisis físico de las aguas grises

INTERPRETACION: En la tabla 10 y Figura 9, que es una comparación de la muestra del pre y post del análisis físico donde se observa la disminución de las aguas grises en contaminación.

Tabla 11. Comparación de los resultados físicos con los parámetros internacionales (promedio)

ANÁLISIS		DE LA MUESTRA	
FÍSICO	UNIDAD	POST PRUEBA (M2)	PROMEDIO
Dureza	mg CaCo4 = L ⁻¹	40	45
Turbiedad	NTU	180	200
Solidos	mg L ⁻¹	200	250

Fuente: Elaboración propia

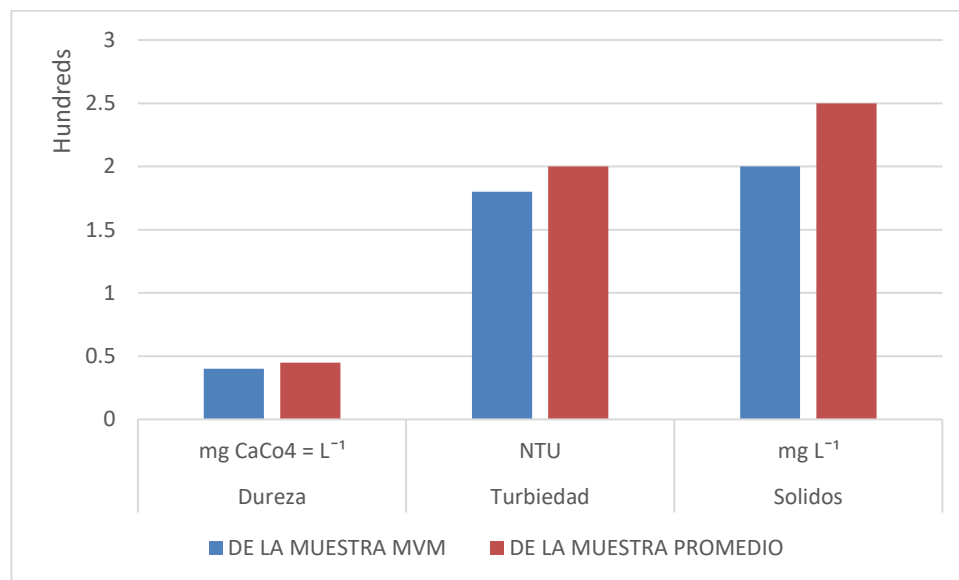


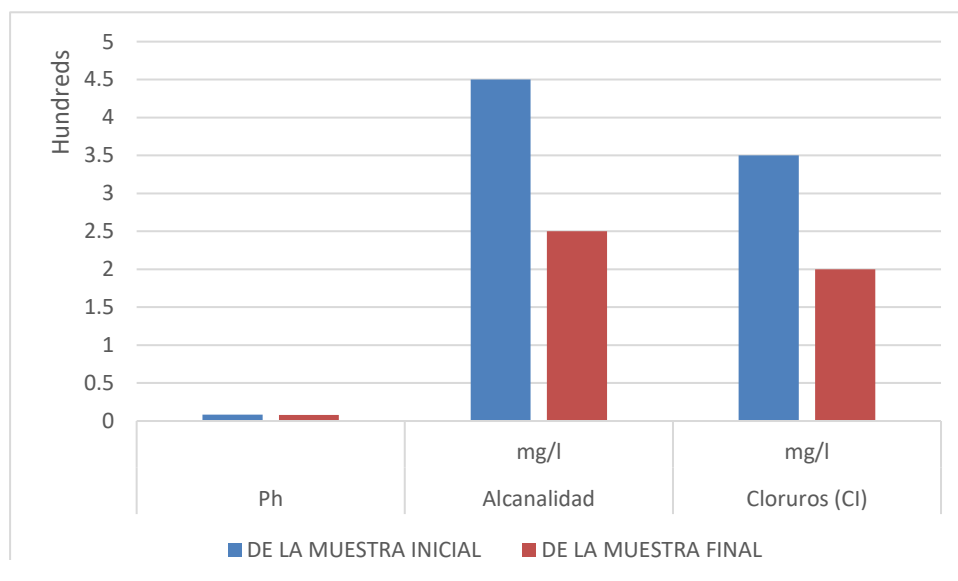
Figura 10. Comparación de los resultados físicos con los parámetros internacionales (promedio)

INTERPRETACION: En la tabla 13 y figura 10, se observa que los resultados del análisis físico de las aguas grises tratadas cumplen con los parámetros internacionales de las fuentes de investigación.

Tabla 12. Comparación del análisis químico de las aguas grises

ANÁLISIS		DE LA MUESTRA	
QUÍMICO	UNIDAD	PRE PRUEBA (M1)	POST PRUEBA (M2)
Ph		8.54	8.02
Alcanalidad	mg/l	450	250
Cloruros (Cl)	mg/l	350	200

Fuente: Elaboración propia

**Figura 11.** Comparación del análisis químico de las aguas grises

INTERPRETACION: En la tabla 12 y figura 11, que es una comparación de la muestra del pre y post del análisis químico donde se observa la disminución de las aguas grises en contaminación.

Tabla 13. Comparación de los resultados químicos con los parámetros internacionales (promedio)

ANÁLISIS	UNIDAD	DE LA MUESTRA	
		POST PRUEBA (M2)	PROMEDIO
Ph		8.02	8.7
Alcalinidad	mg/l	250	300
Cloruros (Cl)	mg/l	200	210

Fuente: Elaboración propia

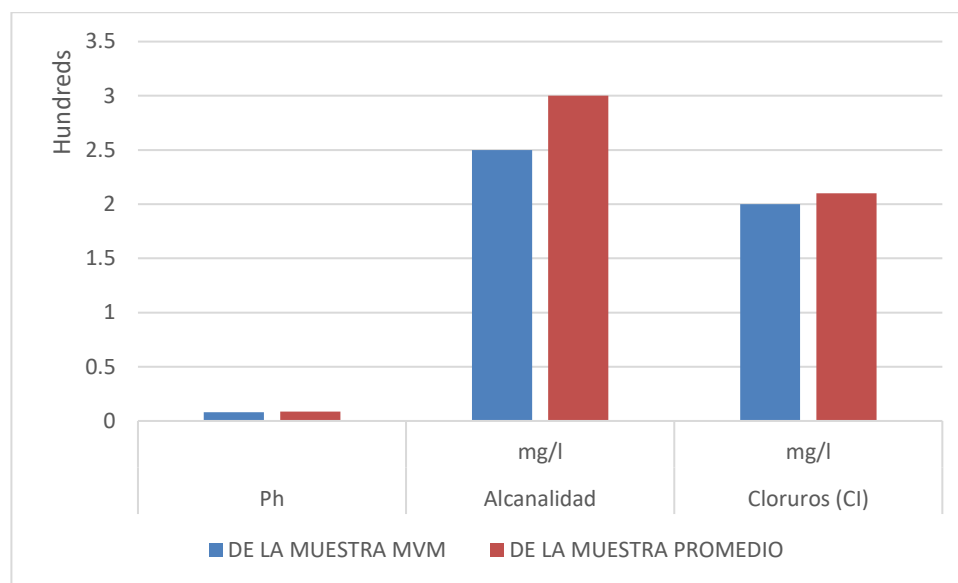


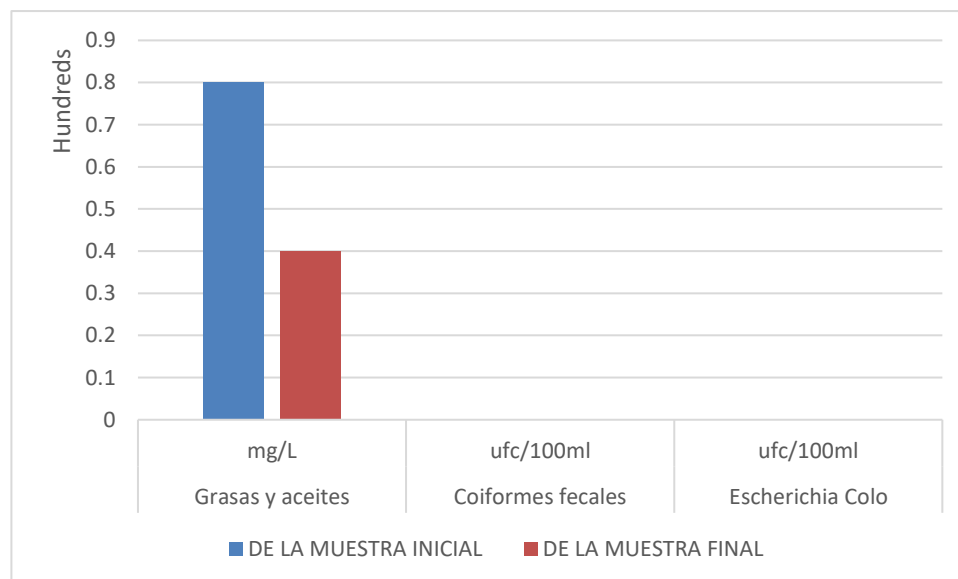
Figura 12. Comparación de los resultados químicos con los parámetros internacionales (promedio)

INTERPRETACION: En la tabla 13 y figura 12, se observa que los resultados del análisis químico de las aguas grises tratadas cumplen con los parámetros internacionales en base a las fuentes de investigación.

Tabla 14. Comparación del análisis Biológico de las aguas grises

ANALISIS		DE LA MUESTRA	
BIOLOGICO	UNIDAD	PRE PRUEBA (M1)	POST PRUEBA (M2)
Grasas y aceites	mg/L	80	40
Coiformes fecales	ufc/100ml	NO	NO
Escherichia Colo	ufc/100ml	NO	NO

Fuente: Elaboración propia

**Figura 13.** Comparación del análisis Biológico de las aguas grises

INTERPRETACION: En la tabla 14 y figura 13, que es una comparación de la muestra del pre y post del análisis Biológico donde se observa la disminución de las aguas grises en contaminación.

Tabla 15. Comparación de los resultados biológicos con los parámetros internacionales (promedio)

ANÁLISIS		DE LA MUESTRA	
BIOLÓGICO	UNIDAD	POST PRUEBA (M2)	PROMEDIO
Grasas y aceites	mg/L	40	50
Coiformes fecales	ufc/100ml	0	0
Escherichia Colo	ufc/100ml	0	0

Fuente: Elaboración propia

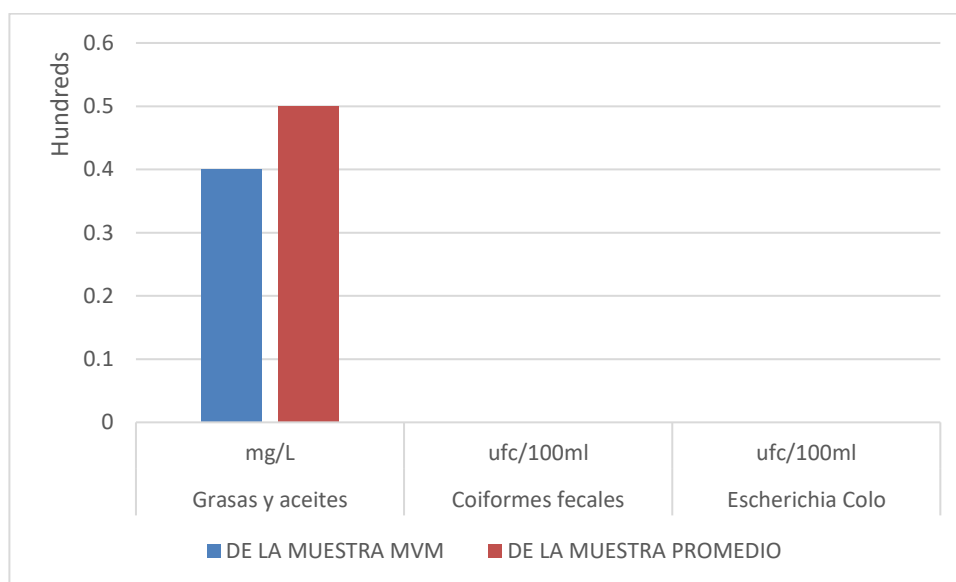


Figura 14. Comparación de los resultados biológicos con los parámetros internacionales (promedio)

INTERPRETACION: En la tabla 15 y figura 14, se observa que los resultados del análisis biológico de las aguas grises tratadas cumplen con los parámetros internacionales de los estudios de las fuentes de investigación.

Tabla 16. *Costos Estimativos de Implementación del Tratamiento Aguas Grises.*

ÍTEM	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	EMPRESA
1	TUBERÍA DE ENTRADA A SERVICIO HIGIENICOS					
1,1	Tubería, 1", PVC, Clase 10	6m	1	8,00	8,00	PROMART
2	VÁLVULA DE ENTRADA					
2,1	Válvula Bola, Hi (1"), PVC	Unit.	1	12,91	12,91	PROMART
3	PRE-FILTROS					
3,1	Filtro Malla 5/32", Hi (1"), PVC, Hayward	Unit.	1	10,00	10,00	PROMART
4	DOSIFICACIÓN HIPOCLORITO					
4,1	Bidón 10 litros	Unit.	1	11,71	11,71	PROMART
4,2	Bomba dosificadora Prominent, Gamma (4-20mA)	Unit.	1	30,00	30,00	PROMART
5	FOSA SEPTICA					
5,1	Estanque, 3.5M3, CR	Unit.	1	300,00	300,00	PROPIO
5,2	Válvula Bola, Hi (1"), PVC	Unit.	1	15,00	15,00	PROMART
5,3	Tubería Desagüe 1", PVC, Clase 10	6m	1	8,00	8,00	PROMART
5,4	Codo 90°, 1", PVC, Clase 10	Unit.	4	0,93	3,71	PROMART
6	BOMBA					
6,1	Bomba Sumergible Pedrollo CPM 100, 0.50HP	Unit.	1	146,55	146,55	PROMART
6,2	Válvula de Retención, 3/4", Bronce	Unit.	1	15,00	15,00	PROMART
6,3	Impulsión, 3/4", PVC	6m	1	10,07	10,07	PROMART
6,4	Tablero eléctrico Legrand, IP 55	Unit.	1	30,00	30,00	PROMART
6,5	Protector Diferencial Legrand	Unit.	1	20,00	20,00	PROMART
6,6	Interruptor Térmico, 10A, Legrand	Unit.	1	10,00	10,00	PROMART
6,7	Interruptor Térmico, 16A, Legrand	Unit.	1	10,00	10,00	PROMART

7	FILTROS TIPO CARTUCHOS					
7,1	Filtro cartucho 80µm, Aqua, RLA	Unit.	2	16,57	33,14	PROMART
7,2	Filtro cartucho 3µm, Aqua, PL AQUA PRO	Unit.	2	10,00	20,00	PROMART
7,3	Carcasas, Aqua, FP 2/4 Sirio, Transparente	Unit.	4	14,52	58,07	PROMART
8	DEPOSITO ACUMULADOR					
8,1	Estanque, 0.5m3, CR	Unit.	1	150,00	150,00	PROPIO
8,2	Tubería Desagüe 1", PVC, Clase 10	6m	1	10,07	10,07	PROMART
8,3	Codo 90°, 1", PVC, Clase 10	Unit.	4	0,93	3,71	PROMART
9	CANAleta DE DESAGUE					
9,1	Reja y Canaleta ancho 200mm, h=120/146 mm	m	2	15,00	30,00	PROMART
8	TRAMPA DE GRASA					
8,1	Estanque, 0.5m3, CR	Unit.	1	100,00	100,00	PROPIO
8,2	Tubería Desagüe 1", PVC, Clase 10	6m	1	8,00	8,00	PROMART
8,3	Codo 90°, 1", PVC, Clase 10	Unit.	4	0,93	3,71	PROMART
TOTAL NETO				\$	1.057,64	
TOTAL CON IGV				\$	1.248,02	

Fuente: Elaboración propia.

De la estimación de los costos y presupuesto, se puede observar que en el caso de una Multifamiliar es más conveniente aplicarlo a un conjunto, ya que el costo de algunos equipos, como por ejemplo, bombas y el costo de construcción, son repartidos lo que hace que la inversión inicial por familia sea menor.

Tabla 17. Costos Operacionales

ITEM	UNIDAD	CANTI DAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	FUENT E
ELECTRICIDAD BOMBAS	KWh	45	0.146	6.57	EDELNOR
Hipoclorito de sodio	Kg	1	3.08	3.08	PROMART
ASISTENTE (POR HORA)	Unit.	1	6.15	6.15	PROPIO
TOTAL NETO			\$	15.80	
TOTAL CON IGV			\$	18.64	
VALOR M³ NETO			\$	0.26	
VALOR M³ CON IGV			\$	0.31	

Fuente: Elaboración propia.

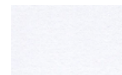
El costo neto estimado en materiales y equipos para la planta de tratamiento es de aproximadamente \$1057.64 Dólares Americanos y el costo neto de operación de aproximadamente \$15.80 al mes, que se traduce en un costo de \$0.26/m³, y 0.31/m³(con IGV), muy inferior al valor del agua potable (con alcantarillado) en Lima que es de \$3.00 y \$3.54 sin IGV y con IGV sobre consumo respectivamente (SEDAPAL, 2017).

Tabla 18. *Flujo de Caja Estimado para La Multifamiliar Canto Bello*

		1SEM	2 SEM	3SEM	4SEM	5SEM
INGRESOS % 50 DEL AGUA AHORRADA		360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
EGRESOS		94.8	94.8	94.8	94.8	94.8
INVERSION	-1057					
FLUJO DE CAJA NETO \$	-1057	265.20	265.20	265.20	265.20	265.20
TIR (5 SEM)	8%					

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 18, se observa que a fines del cuarto semestre se empieza a recuperar la inversión del proyecto del tratamiento de aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello, que es de \$ 1 057, así como nos muestra el flujo de caja estimado. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto resulto 8%, la cual se obtuvo al realizar el valor actualizado neto igualado a cero.



I.V. DISCUSIÒN

De los resultados que se presentan en la presente investigación, se puede resaltar lo siguiente:

La Tabla N° 10 y Grafico 1, mostraron los resultados del análisis físico de una muestra tomada de las aguas grises, las cuales no recibieron ningún tratamiento (M_1) en una vivienda Multifamiliar en Canto Bello, en aspectos como Dureza, Turbiedad y Solidos, asimismo, también los resultados del análisis físico de una muestra tomada de las aguas grises, las cuales si recibieron tratamiento (M_2).

Obteniéndose para los que no recibieron tratamiento de las aguas grises un nivel de $80 \text{ mg CaCo}_4 = \text{L}^{-1}$ en Dureza, 400 NTU en turbiedad y 500 mg L^{-1} en sólidos, por su parte, para una muestra de aguas grises que si recibieron tratamiento fue de 40, 180 y 200, respectivamente, evidenciándose que en los resultados de análisis de las aguas que si recibieron tratamiento muestran una disminución en el nivel en el parámetro internacional de la caracterización de las aguas grises.

Contrastando con la teoría, en la Tabla N° 11 y Grafico 2, se encuentran los datos de las características del análisis físicas de la muestra después de haber sido tratada (m_2), teniendo un nivel para Dureza, Turbiedad y Solidos de $40 \text{ mg CaCo}_4 = \text{L}^{-1}$, 180 NTU y 200 mg L^{-1} respectivamente, en contraste con el promedio estándar internacional de 45, 200, 250, en ese orden. De estos datos en contraste, se puede inferir que los valores de las características físicas de las aguas grises tratadas son menores que el promedio del nivel en el parámetro internacional de la caracterización de las aguas grises.

Contrastando con los antecedentes, el nivel de turbiedad de las aguas grises fue de 180 NTU para la presente investigación, resultando menor que en el estudio de Ardila (Col.) que fue de 303.

La Tabla N° 12 y Grafico 3, mostraron los resultados del análisis químico de una muestra tomada de las aguas grises, las cuales no recibieron ningún tratamiento (M_1) en una vivienda multifamiliar en Canto Bello, en aspectos como pH, Alcalinidad y Cloruros, asimismo, también los resultados del análisis químico de una muestra tomada de las aguas grises, las cuales si recibieron tratamiento (M_2).

Obteniéndose para los que no recibieron tratamiento de las aguas grises un nivel de 8,54 en pH, 450 mg/l en Alcalinidad y 350 mg/l en Cloruros, por su parte, para una muestra de aguas grises que si recibieron tratamiento fue de 8.02, 250 y 200, respectivamente, evidenciándose que en los resultados de análisis de las aguas que si recibieron tratamiento muestran una disminución en el nivel de los indicadores de las características químicas.

Contrastando con la teoría, en la Tabla N° 13 y Grafico 4, se encuentran los datos de la comparación de las características del análisis Químico de la muestra después de haber sido tratada (M_2) teniendo un valor para pH, Alcanalidad, Cloruros de 8.02, 250 mg/l, 200 mg/l respectivamente en contraste con el promedio de 8.7, 300, 210, en ese orden. De estos datos en contraste, se puede inferir que los valores de las características de las aguas grises tratadas son menores que el parámetro internacional de la caracterización de las aguas grises.

Por otra parte, contrastando con los antecedentes, el nivel en el pH de las aguas grises fue de 8.02 para la presente investigación, resultando ligeramente mayor que en las otras investigaciones, así pues, en el estudio de Paulo(2015), en Brasil fue de 7.1, en Gross (2015), fue de 7.0, así también en Ardila (Col.) que fue de 7.5, sin embargo, el nivel del indicador sigue siendo muy favorable, pues es mucho menor que el promedio internacional en el tipo de aguas residuales, en nuestro caso aguas grises.

La Tabla N° 14 y Grafico 5, mostraron los resultados del análisis biológico de una muestra tomada de las aguas grises, las cuales no recibieron ningún tratamiento (M_1) en una vivienda multifamiliar en Canto Bello, en aspectos como Grasa y Aceites, Coniformes Fecales, Escherichia Coli, asimismo, también los resultados del análisis químico de una muestra tomada de las aguas grises, las cuales si recibieron tratamiento (M_2).

Obteniéndose para los que no recibieron tratamiento de las aguas grises (M_1) un nivel de 80 mg/L en Grasas, por su parte, para una muestra de aguas grises que si recibieron tratamiento (M_2) fue de 40 mg/L, respectivamente, evidenciándose que en los resultados de análisis de las aguas que si recibieron tratamiento

muestran una disminución en el nivel de este indicador biológico, que si muestra disminución.

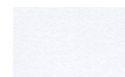
En la Tabla N° 15 y Grafico 6, se encuentran los datos de la comparación de las características del análisis Biológico de la muestra después de haber sido tratada (M_2) teniendo un valor para Grasa y Aceites de 40 mg/L, por su parte, el promedio de internacional fue de 50 mg/L, De estos datos en contraste, se puede inferir que los valores de las aguas grises tratadas cumplen con el parámetro internacional de la caracterización de las aguas grises.

Contrastando con los antecedentes, tenemos que el nivel de contaminación biológica en el presente trabajo, reflejado en las grasas y aceites fue de 40 mg/L, lo que representa un mayor nivel que en el estudio de Ardila(Col.) que fue de 30 mg/L, sin embargo, el nivel del indicador de la presente investigación es menor que el promedio internacional.

En la Tabla N° 16, se detalló el presupuesto estimado del tratamiento de aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello que es de \$ 1248.02 Dólares Americanos.

En la Tabla N° 17, esta detallado los Costos Operacionales mensuales el tratamiento de aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello, que es de \$ 15.80 sin IGV. y \$18.64 Dólares Americanos con IGV, lo que resulta en el valor neto de m3. del agua gris tratada de \$0.26 sin IGV. y \$0.31 con IGV, las cuales están por debajo significativamente del costo de SEDAPAL que es de 3 dólares sin IGV. Y 3.54 dólares con IGV.

En la Tabla N° 18, esta detallado el Flujo de Caja estimado del tratamiento de aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello, que es de aproximadamente 4 semestres para la recuperación de la inversión, con un indicador TIR de un 8% que resulta mayor si se compara con la rentabilidad mínima del proyecto, que es la tasa de inflación promedio semestral que es de aproximadamente 3% para el presente año en nuestro país.



IV. CONCLUSIONES

Dado que el tratamiento de las aguas grises disminuye su nivel de contaminación física en aproximadamente un 50%, en los parámetros de dureza, turbiedad y sólidos, además que los valores de las características físicas de las aguas grises tratadas son menores que el promedio del nivel en el parámetro internacional.

Asimismo, el tratamiento de las aguas grises también logra disminuir su nivel de contaminación química en los parámetros de pH, alcalinidad y cloruros, además que los valores de las características químicas de las aguas grises tratadas son menores que el promedio del nivel en el parámetro internacional, es decir, tomando en cuenta ese promedio en las otras investigaciones, el presente trabajo se encuentra dentro del nivel aceptable.

También el tratamiento de las aguas grises disminuye su nivel de descontaminación biológica en los parámetros de grasa y aceites, lo que indica además que los valores de las características biológicas de las aguas grises tratadas son menores que el promedio del nivel en el parámetro internacional.

Según los resultados obtenidos, en el presupuesto detallado estimado para el tratamiento de las aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello, fue de \$ 1,248.02 Dólares Americanos, incluido IGV, bombas y la construcción del sistema mismo, con lo cual resulta más conveniente aplicarlo en todo la Multifamiliar, para lograr una reducción en los costos por familia.

Los Costos Operacionales mensuales el tratamiento de aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello, arrojan un valor neto en m³ de \$0.31 con IGV, las cuales están resultan muy apreciables dado el costo de SEDAPAL que es de 3.54 dólares con IGV, en la actualidad en nuestro país.

Según el Flujo de Caja estimado del tratamiento de aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello su recuperación de inversión será de 5 meses aproximadamente que comparada a un sistema de gas natural es menor, además que el indicador TIR da un 8% que es muy favorable, dada la inflación para nuestro país proyectada para los próximos años.

VI. RECOMENDACIONES

Debido a que el tratamiento a las aguas grises disminuirá el nivel de contaminación física de las aguas grises, aun cuando siempre se recomienda su limpieza frecuente y el mantenimiento de los insumos del sistema, ya fuere en las instalaciones, redes de distribución, antigüedad de las tuberías, entre otros.

Se recomienda que, aunque dado que el tratamiento a las aguas grises disminuirá su nivel de contaminación química, se debería todavía incluso informar sobre el uso de diferentes marcas y/o productos de aseo.

Debido a que el tratamiento a las aguas grises disminuirá su nivel de contaminación biológica, se recomienda necesario tomar en consideración el nivel socioeconómico de las familias, de las costumbres al utilizar el sistema.

Dado que resulta más conveniente aplicar la inversión del sistema de tratamiento de aguas grises en todo el Multifamiliar, para lograr una reducción en los costos por familia, se recomienda que informar y concientizar sobre los diferentes beneficios económicos y sociales de corto y largo plazo para las familias.

Debido a los Costos Operacionales mensuales del tratamiento de aguas grises para la Multifamiliar Canto Bello, da solo el valor neto de \$0.31 por m³, frente a los 3.54 dólares del costo que Sedapal cobra, además del ahorro de agua, es preciso aclarar este punto muy influyente sobre la toma de decisiones de las familias para adoptarlo en consenso.

A pesar de que los indicadores económicos del proyecto son muy favorables para el proyecto, sobre todo para las familias, sin embargo, la viabilidad técnica de un proyecto para la reutilización de las aguas grises está ligada a la disponibilidad de redes hidráulicas y sanitarias y del espacio dentro de los edificios Multifamiliares para la implementación de una planta de tratamiento de aguas grises.



V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-Jayyousi. Caracterización de Aguas Grises. 2003.

ANA. *Asociación Nacional del Agua*. Lima, Perú : Ministerio de agricultura y riego, 2017.

ANSELM, Luis Castillo. Instalaciones Sanitarias de Edificaciones. Lima, Peru : Macro, 2014.

ARCE Jauregui, Luis. *Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del Tratamiento de Aguas Residuales*. Lima, Peru. : PUCP, 2013.

ARDILA, Monica. *Viabilidad Técnica y Económica del Aprovechamiento de Aguas Grises Domésticas*. Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2013 p.49.

BALDOR, J.A. 2004. Vigésima Reimpresión.. *Geometría Plana y del Espacio Y Trigonometría*. Mexico. : Cultural, 2004. Vigésima Reimpresión.

BORJA Suarez, M. *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo, Peru. : Vision Universitaria, 2012. 10.

BORJA Suarez, Manuel. *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo. : s.n., 2012.

CAEHUANCHO Alcantara, H.M. *Estudio del Efecto de la Electrocoagulación en el Tratamiento de Aguas Residuales a nivel de Laboratorio en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Covicorti en la Ciudad de Trujillo-La Libertad*. Trujillo, Peru : Universidad Nacional de Trujillo., 2015.

CARLESSI, Sanchez y Meza, Reyes. *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. Lima, Peru. : Vision Universitaria, 2008.

CARRASCO Diaz, S. *Metodología de la Investigación Científica: Pautas para Diseñar y Elaborar un Proyecto de Investigación*. Lima, Peru : San Marcos, 2013.

CHAILOU, Gerente, Andres & Wolbert. Caracterización de Aguas Grises. 2011.

DIGESA.. Dirección General de la Salud Ambiental. Lima : Ministerio de la Salud, 2017.

ERICKSSON, E. *Characteristics of Grey Waste Water*. EEUU : Urban Water, 2002 p.106.

ESPINAL, C., Ocampo, D. y Rojas, J. *Construcción de un Prototipo para el Sistema de Reciclaje de Aguas Grises en el Hogar*. Pereira, Colombia. : Universidad Tecnológica de Pereira., 2014.

ESPINOZA, Ramon. *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Juan de Miraflores*. Piura, Peru. : Universidad de Piura., 2010.

FRANCO Alvarado, Maria. *Tratamiento y Reutilización de Aguas Grises con Aplicación a caso de Chile*. Santiago, Chile. : Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas., 2012 p.

FRIEDLER, E. y Galil, N. *International Conference of efficient use and management of water in urban area*. Israel. : Technion-Israel Institut of technology., 2003.

GONZALEZ, A., Oseda, D. y Ramirez, F.&Gave,J. Mayo. *Como aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica, Peru. : Ore, J.J., Mayo, 2011. ISBN:978-612-46019-0-3..

GONZALEZ, A., Oseda, D. y Ramirez, F.&Gave,J. Mayo. *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica*. Huancavelica, Peru. : Ore Rojas, J.J., Mayo, 2011. ISBN: 978-12-46019-0-3.

GROSS, A.,Sklarz, M.Y., Yakirevich, A. y Soares, M.I.M. *Construcción de humedal para Flujo Vertical a pequeña escala para el tratamiento y la reutilización de humedales*. Israel : University of the Negev., 2008.

Halasheh, M. et al. *Caracterización de Aguas Grises*. 2008.

HERNANDEZ Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. *Metodología de la investigación*. Mexico : McGRAW-HILL, 2014.

HOCAGLU, Insel, UbayCokgor, & Baban. *Caracterización de Aguas Grises*. 2010.

JAMRAH, Al-Futaisi; Prathepar, & Al Harris. *Caracterización de Aguas Grises*. 2008.

KESTLER, Patricia. *Uso, Reuso y Reciclaje del Agua Residual en una Vivienda*. Guatemala : Universidad Rafael Landívar. Facultad Ingeniería Civil y Administrativa., 2004.

Li, Wichmann, & Otterpohl. *Caracterización de Aguas Grises*. 2009.

LOPEZ, R. y Herrera, K. *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para Reuso en Riego de Parques y Jardines en el Distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo, La Libertad*. La Libertad, Peru. : UPAO., 2015.

MARCH, Gual, & Orozco. *Caracterización de Aguas Grises*. 2004.

MEJIA Mejia, Elias. Julio, *Metodología de la Investigación Científica. 1era. Edición*. Lima : Mejia Mejia, Elias., Julio, 2005. p 35. ISBN: 9972-46-285-4.

MVCS. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saniamiento. Lima : s.n., 2017.

OSEDA. *Instrumentos de validez y Confiabilidad*. 2011. p . 154.

PAULO, P.L., Bonz, M.A., Asmus, A.F, Jonsson, H. y Ide, C.N. *Tratamiento de aguas grises en humedales artificiales a nivel domestico*. Campo grande, Brasil. : Departamento de Hidraulica y Transporte, Universidad Federal de Mato Grosso do Sou., 2004.

RNE. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Peru. : Grupo Universitario SAC, 2014.

SANCHA, A.M. *Apuntes Curso CI51I: Calidad de Aguas*. Santiago, Chile. : Universidad de Chile., 2002.

Schneider. Cantidad de Aguas Residuales Domésticas por persona al día. 2011.

SEDAPAL. Servicio de Agua Potable y Alcantarillado. 2017.

SENCICO. Servicio nacional de capacitación para la Industria de la Construcción. 2017.

SOTO Aguilar, Wendy. *Sistema de Tratamiento de Aguas Grises doméstica, como una alternativa para la seguridad hídrica de Tijuana*. Tijuana. Mexico : Colegio de la frontera del norte. Tesis de maestria, 2012.

TITO Cantoral, Rolando. *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GRISES DOMÉSTICAS CON LA ESPECIE PARAGÜITAS Cyperus alternifolius EN HUMEDALES ARTIFICIALES, URBANIZACIÓN ZÁRATE – S.J.L*. Lima, Peru : Universidad Cesar Vallejo, 2015.

UNI. Universidad Nacional de Ingenieria. Lima : Facultad de Quimica, 2017.

VÁSQUEZ Bustamante, Oscar. *Análisis de Costo Unitario en Edificaciones Especialidad Sanitaria*. Lima, Peru : s.n., 2017.


VI. ANEXOS


Anexo 1. Matriz de consistencia “Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017”

PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE1	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
Cómo realizar el tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una viviendas Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Analizar el tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	El tratamiento de aguas grises es apto para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	X1= tratamiento de aguas grises	D1: Propiedades físicas	D1.1 Dureza D1.2 Turbiedad D1.3 solidos	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Método: Científico. Diseño de Investigación: Cuasi experimental Población: Son las aguas grises de la vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello S.J.L. Muestra: Se realizará en el edificio Multifamiliar Canto bello en el distrito de San Juan de Lurigancho. Instrumentos de medición: Ficha de recopilación de datos
				D2: contribuyentes químicos	D2.1 Ph D2.2 Alcalinidad D2.3 Cloruros (Cl)	
				D3: contribuyentes biológicos	D3.1 Grasas y aceites D3.2 Coliformes fecales D3.3 Escherichia Coli	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE 2	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿De qué manera influye las propiedades físicas de las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Determinar las propiedades físicas de las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Las propiedades físicas de las aguas grises influyen para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Y1 = una vivienda multifamiliar	D1: Medidas geométricas	D1.1 Largo D1.2 Ancho D1.3 Alto	
¿Cuál es la incidencia de los contribuyentes químicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Estudiar la incidencia de los contribuyentes químicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Los contribuyentes químicos inciden en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?		D2: Calidad	D2.1 Frontales D2.2 Laterales D2.3 Posteriores	
¿En qué forma intervienen los contribuyentes biológicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una viviendas Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Calcular la influencia de contribuyentes biológicos en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?	Los contribuyentes biológicos intervienen en las aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una viviendas Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017?		D3: Ubicación	D3.1 Urbanísticos D3.2 Edificatorios: D3.3 Ambientales	

Anexo 2. Instrumento de validación validado

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS VALIDADO							
PROYECTO: "Tratamiento de aguas grises para su reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017"							
AUTOR: Valera Málaga Alex Robert							PTS
I.-	INFORMACION GENERAL:						0.5
	UBICACIÓN: Av. EUCALIPTOS 285 Urb. Canto Bello.						
	DISTRITO:	San Juan de Lurigancho					
	PROVINCIA:	Lima					
	REGION:	Lima					
II.-	Propiedades Físicas						1
	Dureza		Turbiedad		Solidos		
	mg CaCo4 = L ⁻¹		NTU		mg L ⁻¹		
III.-	Contribuyentes Químicos						1
	Ph		Alcalinidad		Cloruros (Cl)		
			mg/l		mg/l		
IV.-	Contribuyentes Biológicos						1
	Grasa y Aceites		Coliformes fecales		Escherichia Coli		
	mg/L		ufc/100ml		ufc/100ml		
V.-	Medidas Geometricas						1
	Largo		Ancho		Alto		
	L		A		h		
VI.-	Retiros						1
	Frontal		Lateral		Posterior		
VII.-	Parametros						0.5
	Urbanistico		Edificatorio		Ambiental		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Muñoz PAVLOVAYTO ADEL. A.					TOTAL	6/7
PROFESION	ING. CIVIL						0.85
REGISTRO CIP No:	35440						
EMAIL	camphc@gmail.com						
TELEFONO	999882984						

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS VALIDADO						
PROYECTO: "Tratamiento de aguas grises para su reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017"						
AUTOR: Valera Málaga Alex Robert						PTS
I.-	INFORMACION GENERAL:					0.5
	UBICACIÓN: Av. EUCALIPTOS 285 Urb. Canto Bello.					
	DISTRITO:	San Juan de Lurigancho				
	PROVINCIA:	Lima				
	REGION:	Lima				
II.-	Propiedades Físicas					1
	Dureza		Turbiedad		Solidos	
	mg CaCo4 = L ⁻¹		NTU		mg L ⁻¹	
III.-	Contribuyentes Químicos					1
	Ph		Alcalinidad		Cloruros (Cl)	
			mg/l		mg/l	
IV.-	Contribuyentes Biológicos					1
	Grasa y Aceites		Coliformes fecales		Escherichia Coli	
	mg/L		ufc/100ml		ufc/100ml	
V.-	Medidas Geometricas					1
	Largo		Ancho		Alto	
	L		A		h	
VI.-	Retiros					1
	Frontal		Lateral		Posterior	
VII.-	Parametros					0.5
	Urbanistico		Edificatorio		Ambiental	
APELLIDOS Y NOMBRES:		Meneses Muñante, César Augusto			TOTAL	7/7
PROFESION		Ing. Civil				1
REGISTRO CIP No:		50801				
EMAIL		1311406@san.edupe				
TELEFONO		986367679				
FIRMA						

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS VALIDADO						
PROYECTO: "Tratamiento de aguas grises para su reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017"						
AUTOR: Valera Málaga Alex Robert						
I.-	INFORMACION GENERAL:					PTS
	UBICACIÓN: Av. EUCALIPTOS 285 Urb. Canto Bello.					1
	DISTRITO:	San Juan de Lurigancho				
	PROVINCIA:	Lima				
	REGION:	Lima				
II.-	Propiedades Físicas					1
	Dureza		Turbiedad		Solidos	
	mg CaCo4 = L ⁻¹		NTU		mg L ⁻¹	
III.-	Contribuyentes Químicos					1
	Ph		Alcalinidad		Cloruros (Cl)	
			mg/l		mg/l	
IV.-	Contribuyentes Biológicos					1
	Grasa y Aceites		Coliformes fecales		Escherichia Coli	
	mg/L		ufc/100ml		ufc/100ml	
V.-	Medidas Geometricas					1
	Largo		Ancho		Alto	
	L		A		h	
VI.-	Retiros					1
	Frontal		Lateral		Posterior	
VII.-	Parametros					0
	Urbanistico		Edificatorio		Ambiental	
APELLIDOS Y NOMBRES:		DIAZ HUIZA LUIS			TOTAL	6/7
PROFESION		ING. CIVIL				0.95
REGISTRO CIP No:		36994				
EMAIL		supervisor195614@yahoo.es				
TELEFONO		999-004-184				
FIRMA						

Anexo 3. Certificaciones de laboratorio N.12 de Química Universidad de Ingeniería.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN


LABICER

INFORME TÉCNICO N° 1460 – 17 – LAB. 12

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ALEX ROBERT VALERA MÁLAGA
 - 1.2 DNI : 10790085
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE ENSAYO : 16 / 10 / 2017
 - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 17 / 10 / 2017
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS QUÍMICO
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 TIPO DE MUESTRA : 01 MUESTRA DE AGUA RESIDUAL
 - 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : AGUA GRIS SIN TRATAR
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 21 °C; Humedad relativa: 60%
7. EQUIPOS UTILIZADOS : Potenciómetro OrionVersaStar
8. RESULTADOS

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA
Ph		8,54	APHA 4500-H+B. Electrometric Method
Turbiedad	NTU	305	APHA 2130 B (METHOD 8237 Dataloggink colorimeter)
Conductividad	Ms	2,45	APHA 2510- CONDUCTIVITY B. Laboratory Method
Cloruros (Cl)	mg/l	527,17	APHA 4500- CHLORIDE B. Argentometric Method
Detergentes	mg/l	5,22	APHA 5540 SURFACTANTS C. Anionic surfactants
Grasas y aceites	mg/L	40	APHA 5520 OIL AND GREASE D. Soxhlet extraction method

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO
Los resultados de este Informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Jhon Mescco Pumayalli
Analista Químico
LABICER – UNI


MSc Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABICER (Laboratorio N° 12)
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1460 – 17 – LAB. 12


1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : TESISTA ALEX ROBERT VALERA MÁLAGA
 - 1.2 DNI : 10790085
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE ENSAYO : 16 / 10 / 2017
 - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 18 / 10 / 2017
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS QUÍMICO
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
 - 4.1 TIPO DE MUESTRA : 01 MUESTRA DE AGUA RESIDUAL
 - 4.2 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : AGUA GRIS TRATADA
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 21 °C; Humedad relativa: 60%
7. **EQUIPOS UTILIZADOS** : Colorímetro portátil DR/890
Potenciómetro OrionVersaStar
Electrodo Triode Refillable pH Orion 9157BNMD
Conductímetro YSI EC300


8. **RESULTADOS**

ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA
Ph		8,02	APHA 4500-H+B. Electrometric Method
Turbiedad	NTU	180	APHA 2130 B (METHOD 8237 Dataloggink colorimeter)
Conductividad	Ms	1,4	APHA 2510- CONDUCTIVITY B. Laboratory Method
Cloruros (Cl)	mg/l	200	APHA 4500- CHLORIDE B. Argentometric Method
Detergentes	mg/l	3,22	APHA 5540 SURFACTANTS C. Anionic surfactants
Grasas y aceites	mg/L	20	APHA 5520 OIL AND GREASE D. Soxhlet extraction method

9. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

Los resultados de este Informe técnico son válido solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Jhon Mescco Pumayalli
Analista Químico
LABICER – UNI


MSc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

(*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

INFORME TÉCNICO N° 1461-17- LABICER

Página 1 de 1

Av. Túpac Amaru 210 Lima 31, Perú. Central: 481 1070. Teléfono: 382 0500. E-mail: otilia@uni.edu.pe

Anexo 4. Cuadro de comparación de resultados con otras fuentes

Indicadores		Estándar Internacional	Valera (Per.)	Paulo (Brasil.)	Gross (Israel)	Ardila (Col.)
FÍSICO	UNIDAD	PROMEDIO	POST PRUEBA(M2)			
Dureza	mg CaCo ₄ = L ⁻¹	45	40	—	—	—
Turbiedad	NTU	200	180	—	—	303
Solidos	mg L ⁻¹	250	200	—	—	—
QUÍMICO	UNIDAD	PROMEDIO	POST PRUEBA (M2)			
ph		8.7	8.02	7,1	7,0	7,5
Alcalinidad	mg/l	300	250	214		290
Cloruros (Cl)	mg/l	210	200			
BIOLÓGICO	UNIDAD	PROMEDIO	POST PRUEBA (M2)			
Grasas y aceites	mg/L	50	40	—	—	30
Coiformes fecales	ufc/100ml	0	NO	—	—	—
Escherichia Coli.	ufc/100ml	0	NO	—	—	—

HOJA TECNICA

HIPOCLORITO DE SODIO 7.5 % Min

Identificación del Producto

Nombre Químico: Hipoclorito de Sodio

Nombre Comercial: Lejía

Fórmula Química: NaOCl

Número UN: 1791

Procedencia: Nacional

Clase: 8 Sustancia Corrosiva.

Especificaciones Técnicas

Características	Límite Inferior	Límite Superior	Unidad
Cloro Disponible (Como Cl ₂)	8.04	8.6	%w/v
Hidróxido de Sodio (Como NaOH)	0.81	0.96	%w/w
Carbonato de Sodio (Como Na ₂ CO ₃)	---	0.69	%w/w
Agua	92	92.5	%w/w
Aspecto	Líquido Transparente exento de partículas en suspensión		
Color	Ligeramente amarillo-verdoso		

Tiempo de Vida

14 días a partir de la fecha de producción

Propiedades

Peso Molecular: 74.45

Densidad: 1.125 – 1.130 g/ml (20 °C)

Apariencia: Solución acuosa clara, ligeramente amarilla verdosa con olor penetrante e irritante.

Características Químicas: El Hipoclorito de Sodio 7.5% Min. Es soluble en agua fría, pero en agua caliente, a temperaturas mayores a los 30 °C, se descompone o se disocia. Es un compuesto oxidante.

Presentación

A granel y en envases de PVC de 1 galón, 5 galones y Cilindros de 240 Kg.

Usos

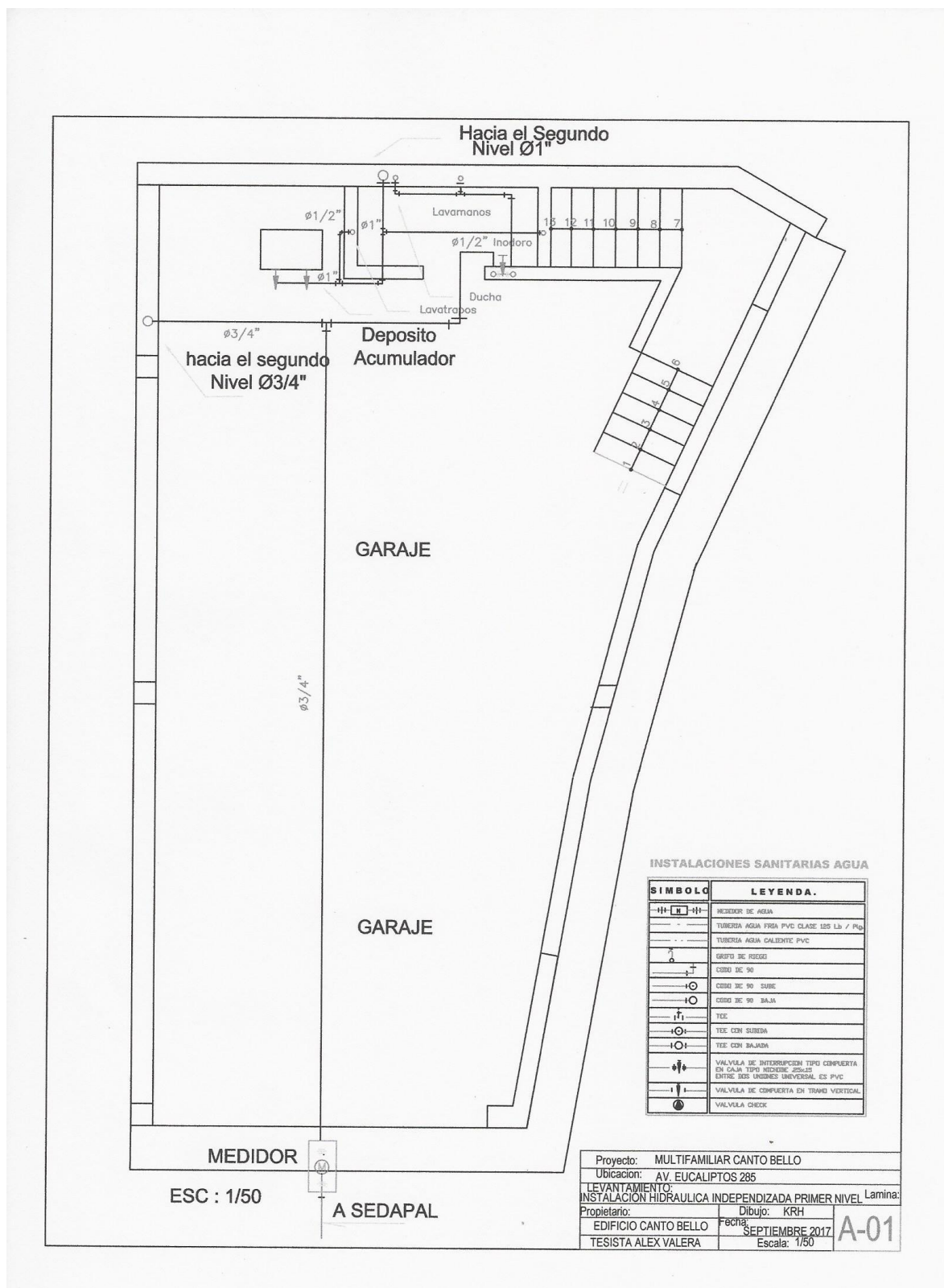
Blanqueador y desodorizante de ropa. Potabilización de agua, bactericida y alguicidas. Purificación de agua en piscinas. Blanqueador de pulpa de papel.

Aquaquimi® T +1 4241300

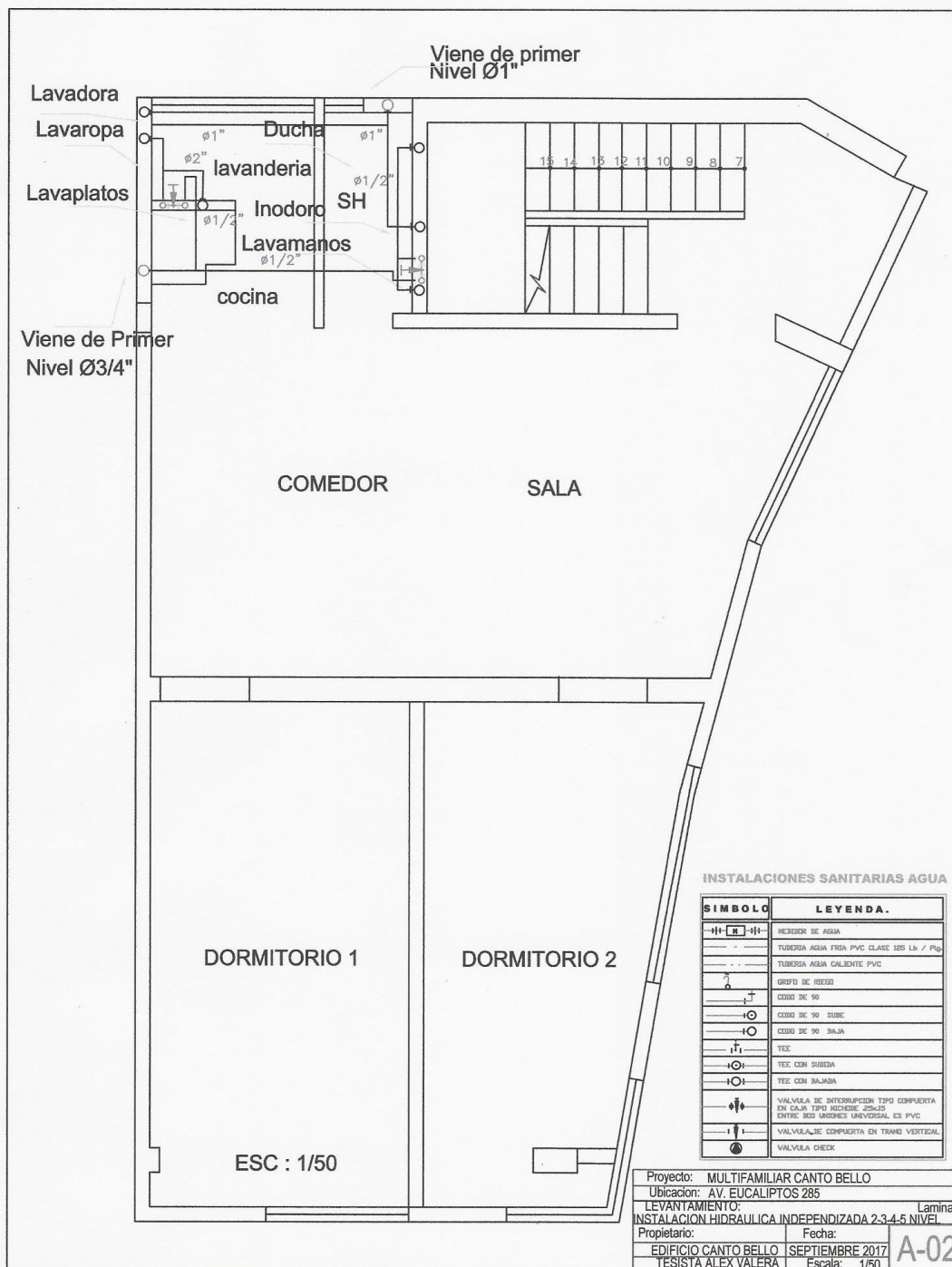
ventas@aquaquimi.com

www.aquaquimi.com

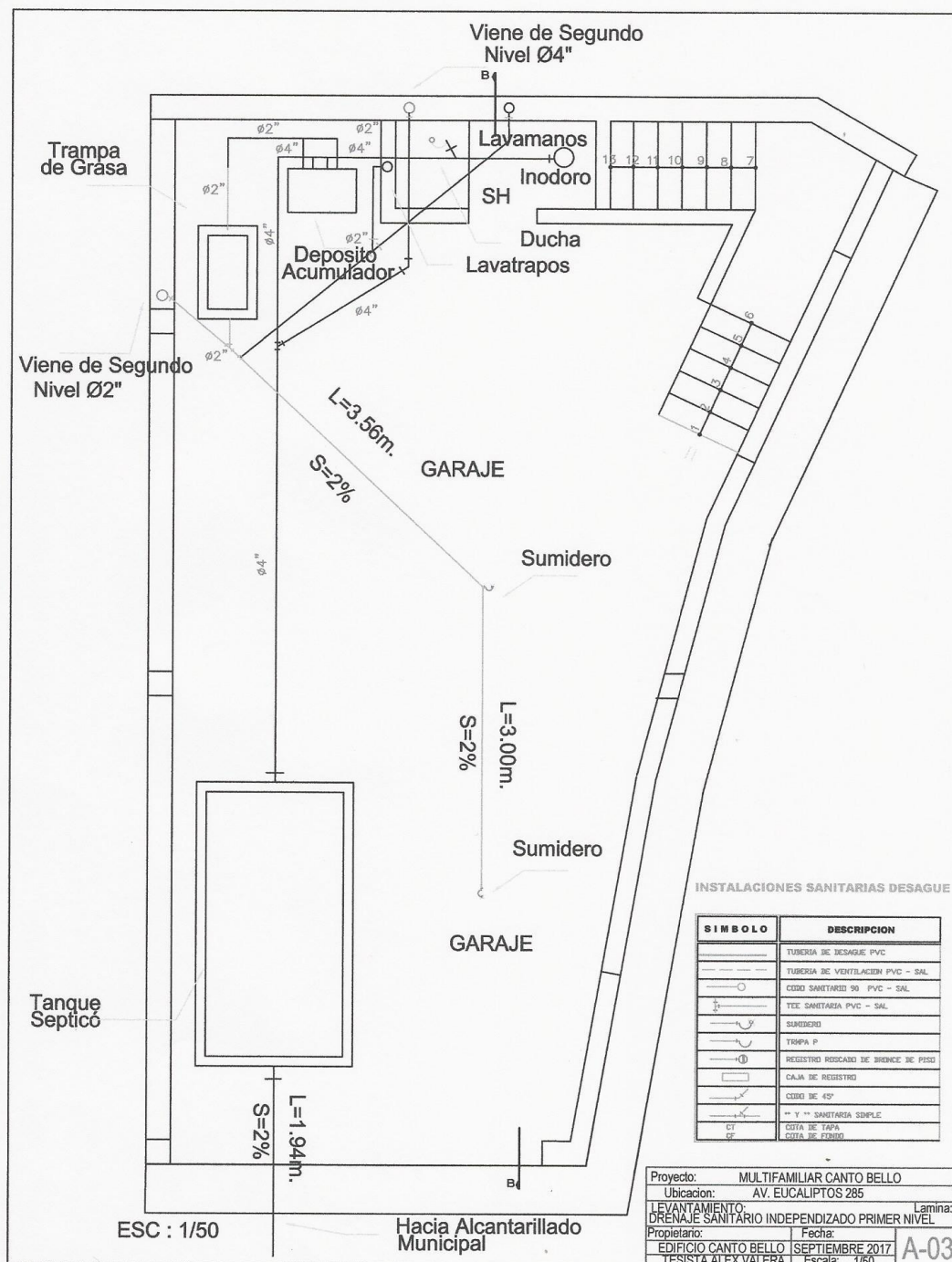
Anexo 5. Figura Instalación Hidráulica Independizada Primer Nivel



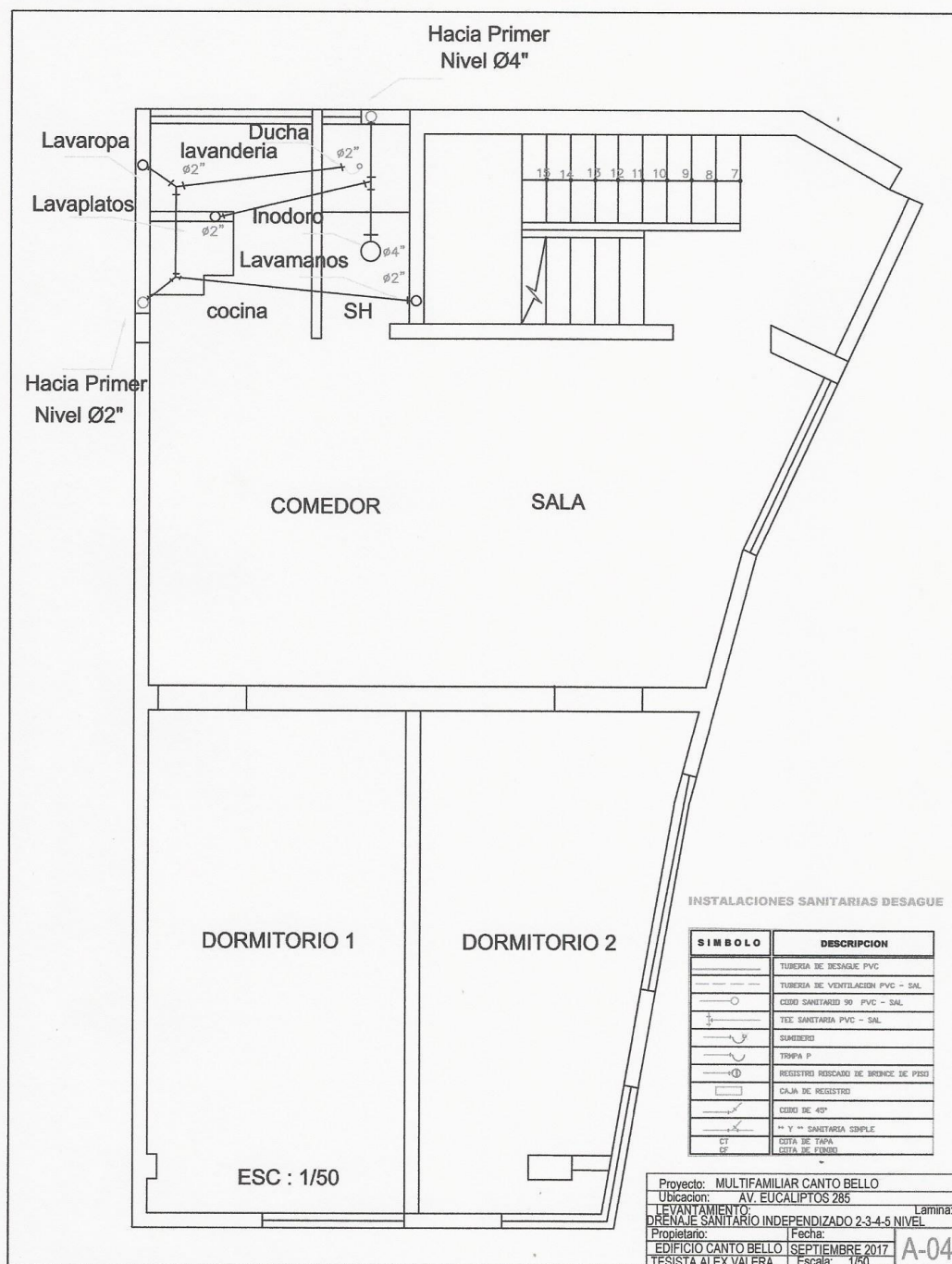
Anexo 6. Figura Instalación Hidráulica Independizada 2-3-4-5 Nivel



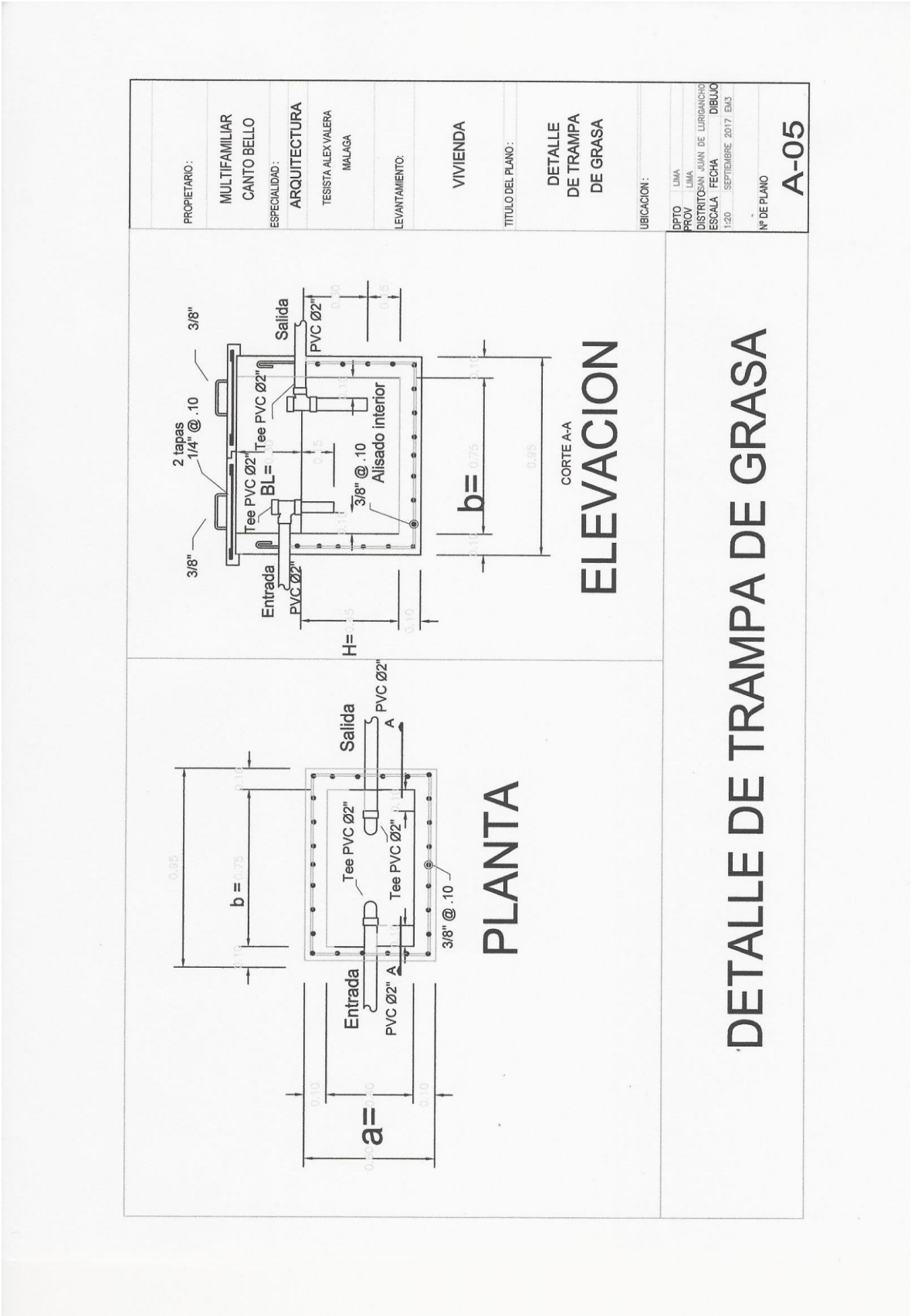
Anexo 7. Figura Drenaje Sanitario Independizado Primer Nivel



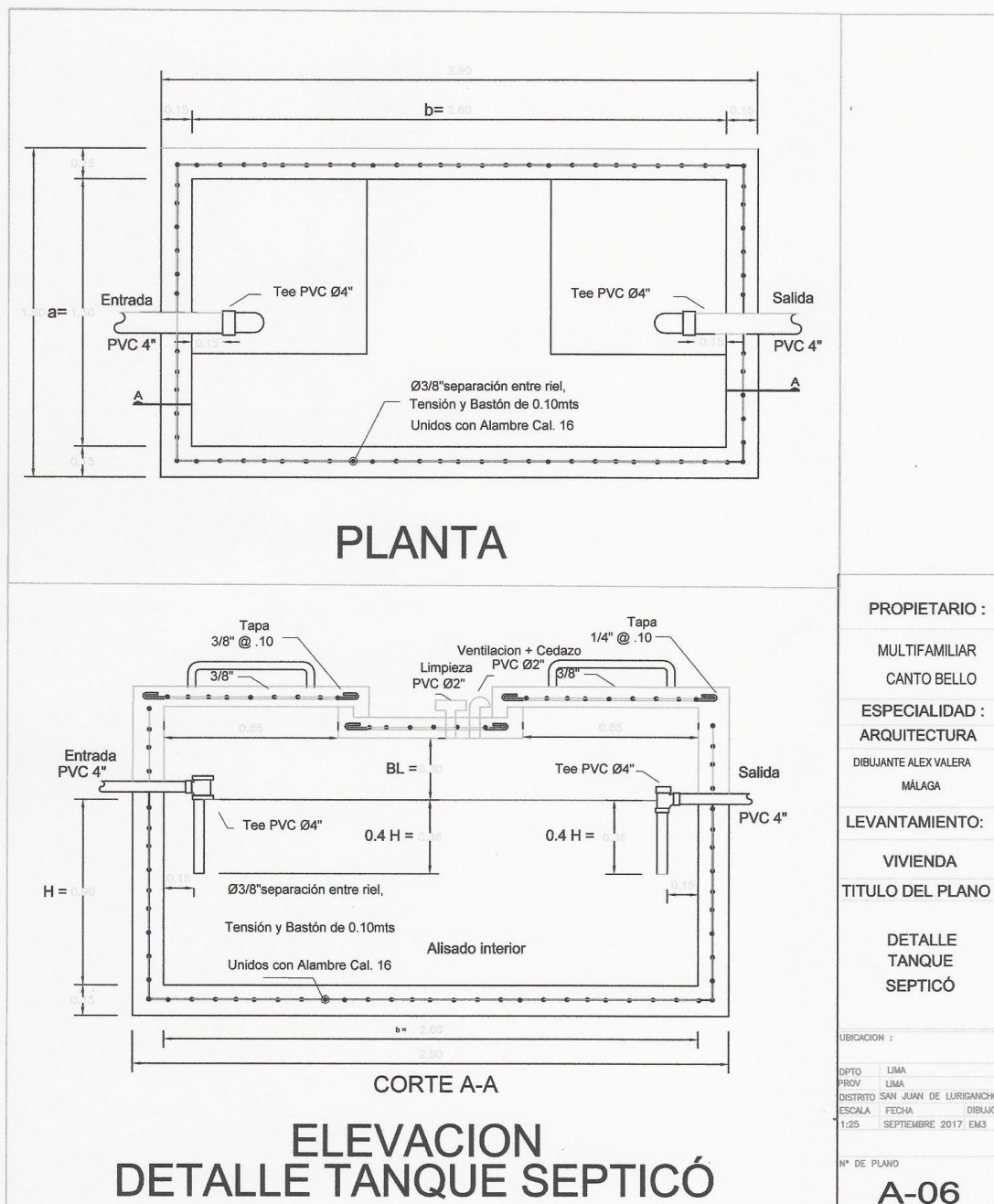
Anexo 8. Figura Drenaje Sanitario Independizado 2-3-4-5 Nivel



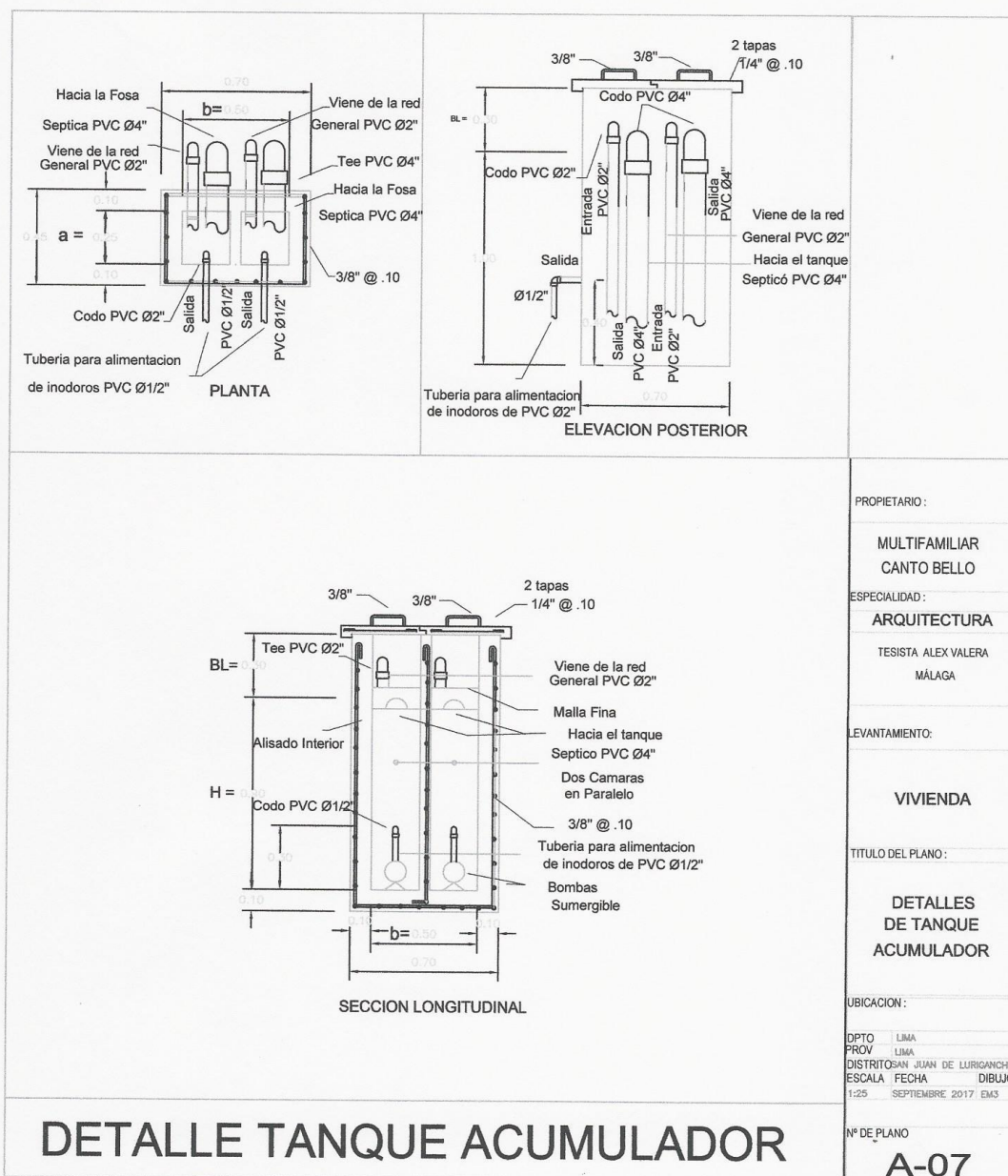
Anexo 9. Figura Detalles de trampa de grasa



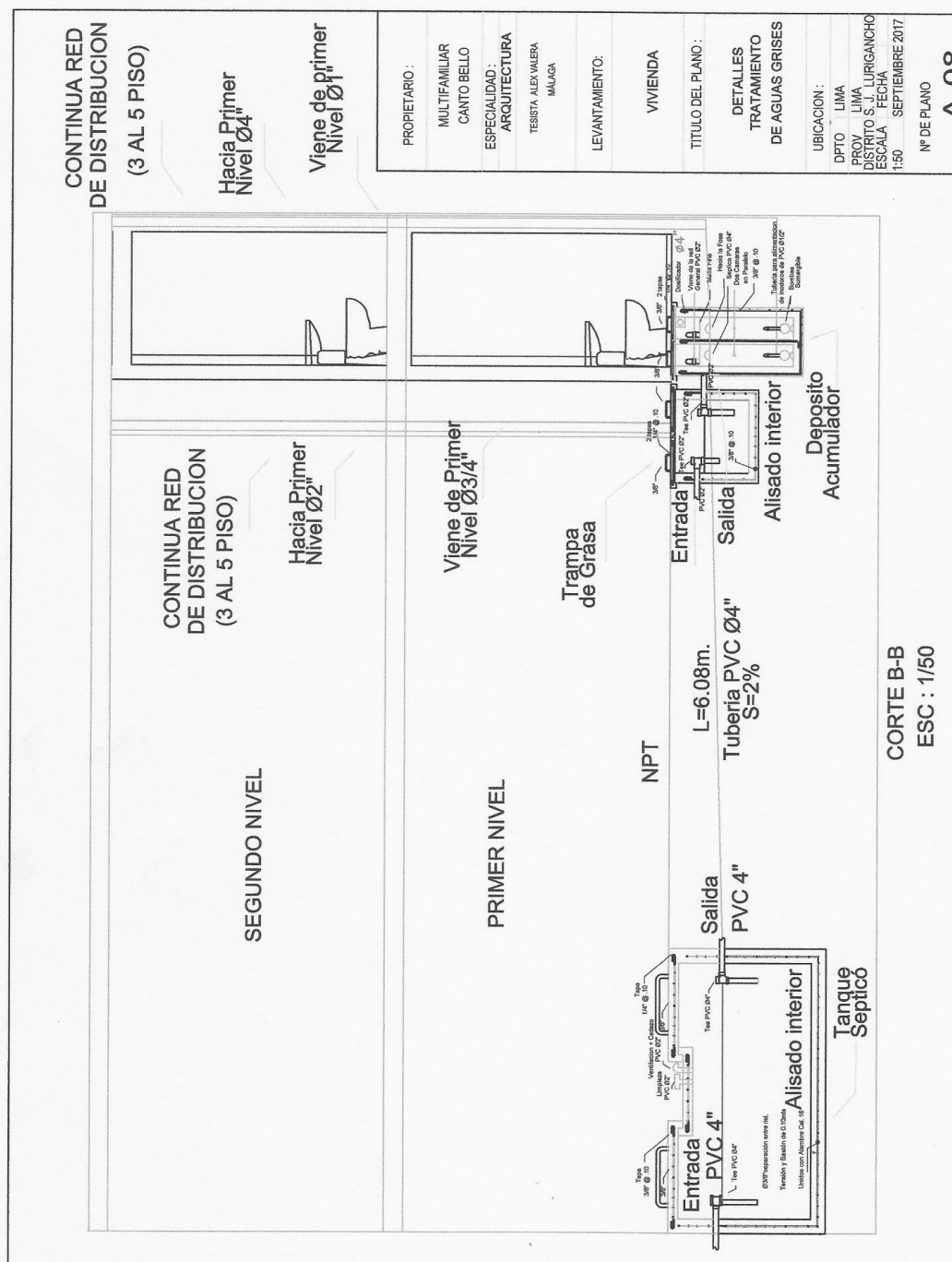
Anexo 10. Figura Detalle Tanque Séptico



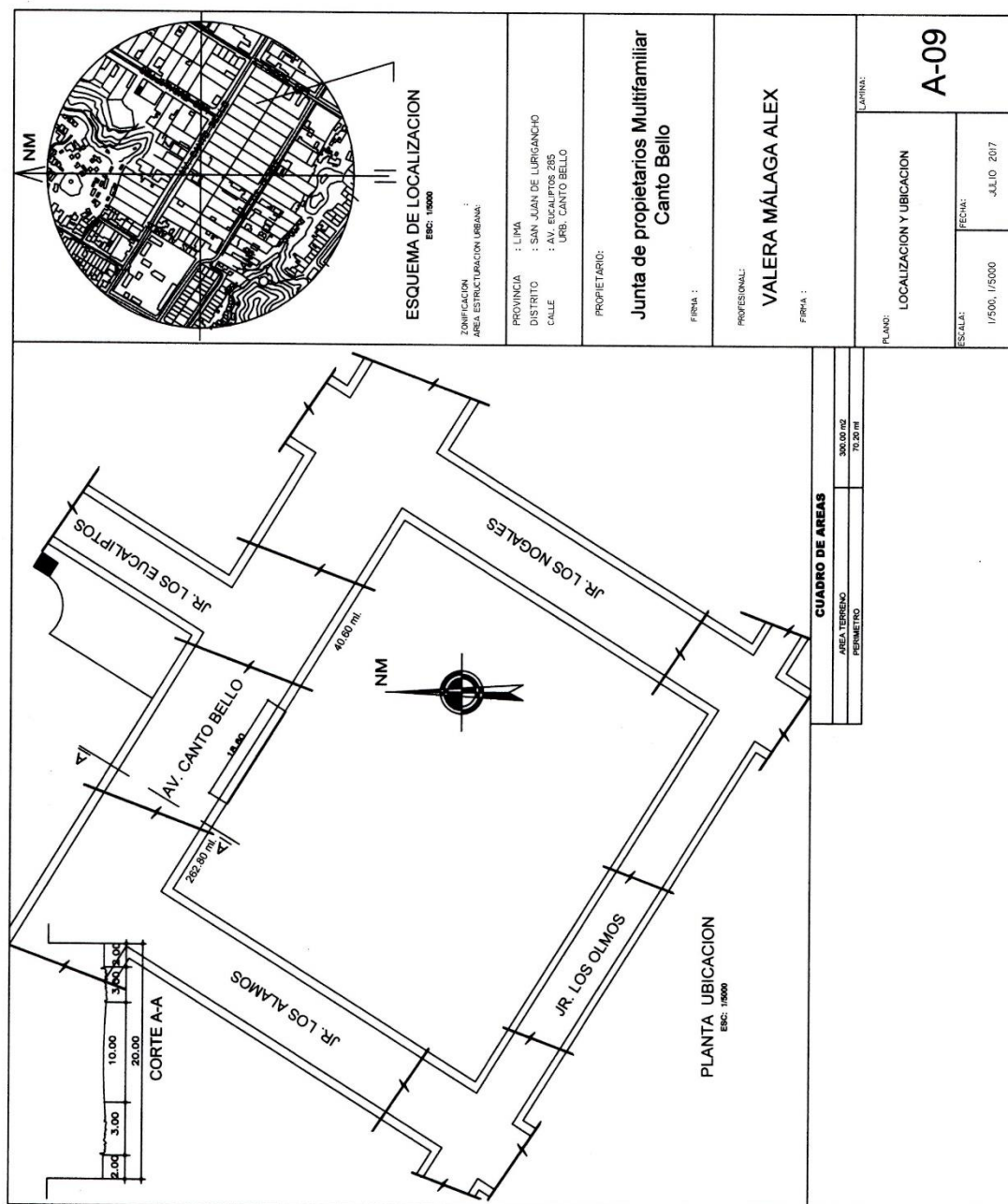
Anexo 11. Figura Detalle Tanque Acumulador



Anexo 12. Figura detalles Tratamiento de aguas grises



Anexo 13. Figura Localización y Ubicación



Tratamiento de aguas grises para su reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho 2017

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docslide.net Fuente de Internet	11%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
3	www.piuraheraldo.net Fuente de Internet	1%
4	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
6	documents.mx Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	upcommons.upc.edu	<1%